

Technická univerzita v Liberci
Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická

Katedra: Fyziky
Studijní program: 2. stupeň
Kombinace: matematika - fyzika

POKUSY PŘI VÝUCE FYZIKY
EXPERIMENTS DURING PHYSICS LESSONS
EXPERIMENTE IM PHYSIKUNTERRICHT

Diplomová práce: 09–FP–KFY–002

Autor:
Veronika VAŠÁTKOVÁ

Podpis:

Adresa:
Zdelov 108
517 21, TÝNIŠTĚ NAD ORLICÍ

Vedoucí práce: Mgr. Stanislav Panoš, Ph.D.

Konzultant: Mgr. Dagmar Panošová, Ph.D.

Počet

stran	slov	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
134	17 357	56	2	22	8

V Liberci dne: 28. 7. 2010

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Pokusy při výuce fyziky vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci dne: 29. 7. 2010 Veronika Vašátková

.....

Poděkování

Ráda bych tímto vyjádřila poděkování vedoucímu mé diplomové práce Mgr. Stanislavu Panošovi, Ph.D. a konzultantce Mgr. Dagmar Panošové, Ph.D. za poskytnuté konzultace, za zasvěcené vysvětlování problémů tvorby diplomové práce a za podnětné rady a cenné připomínky směřující ke zpracování této práce.

RESUMÉ

Tématem diplomové práce jsou Pokusy při výuce fyziky. Hlavním cílem práce bylo sjednotit pokusy z učebnic vydaných v různých obdobích a různými nakladatelstvími a zhodnotit je. Ke zpracování bylo využito Školního vzdělávacího programu (ŠVP) Základní školy Gutha – Jarkovského Kostelec nad Orlicí.

Na začátku práce se všeobecně píše o fyzice jako o vědním oboru v historii a v současné době a na jaké oblasti se fyzika dělí. V následující kapitole se práce věnuje teoretickému úvodu do vzdělávání a didaktiky. Představuje výukové metody a jejich klasifikaci. V kapitole 3 je podrobně rozebrána úloha pokusů a laboratorních prací. Kapitoly 4 a 5 se věnují pokusům pro 8. ročník, které jsou zaměřené na Mechanické vlastnosti kapalin a Mechanické vlastnosti plynů. U každého pokusu je zahrnuto: zařazení ve vyučovací hodině, pomůcky, postup, výsledek a průběh pokusu a vykládaná látka. Pokusy jsou zhodnoceny z hlediska náročnosti a efektivity. Je-li to nutné, jsou zdůrazněny možné zrádné momenty, způsoby, jak se jich vyvarovat a dobré rady pro učitele, kteří budou pokusy provádět. Tyto kapitoly poskytují i vlastní zkušenosti s pokusy při průběžné předmětové praxi v Kostelci nad Orlicí. Závěr práce shrnuje zhodnocení učebnic využitých při výběru fyzikálních pokusů a nabízí způsoby využití této práce v učitelské praxi. ŠVP vyučovacího předmětu fyzika je přidán jako příloha číslo 1.

SUMMARY

The theme of this thesis are attempts to teach physics. The main goal was to unify the efforts of the textbooks published at different times by different publishers, and evaluate them. Work is focused on teaching methods it illustrates the practical demonstration and skill, especially in attempts to interpret the physics education to students. It was used for processing Educational Plan (SEP) at Guth Jarkovsky's elementary school in Kostelec nad Orlicí.

The thesis is examined teaching material, which is very extensive range of experiments. At the beginning of the work is written about physics as a scientific discipline in its history and what areas are divided into physics. The next chapter deals with the work of theoretical introduction to education and didactics. Thesis presents teaching methods and their classification. In Chapter 3 is examined in detail the role of experiments and laboratory work. Chapters 4 and 5 are sets of experiments for the 8th year focused on the mechanical properties of liquids and gases. For each experiment included the inclusion in the lesson, equipment, process, outcome and process of trial and read stuff. Experiments are evaluated in terms of performance and efficiency. If necessary, those who could be tricky moments are highlighted. It shows the ways to avoid them, and they are good advice for teachers who will carry out experiments. These chapters also offer their own experience with experiments in the continuous practice subject in Kostelec nad Orlici. The conclusion summarizes the evaluation of textbooks used in the selection of physics experiments and offers ways to use this work in practice teaching. SEP teaching physics course is added as Annex # 1.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Thema dieser Arbeit sind Versuche wie Physik zu lehren. Das Hauptziel war, die Bemühungen der Lehrbücher aus den verschiedenen Zeiten und von verschiedenen Verlagen ist zu bewerten Sie. Die Arbeit ist über Lehrmethoden konzentriert und sie illustriert die praktische Demonstration und Geschick, vor allem im Versuch, die Lehrer, die Schüler im Physikunterricht zu interpretieren. Es wurde für die Verarbeitung Educational Plan (SEP) in der Guth Jarkovsky's Grundschule in Kostelec nad Orlici eingesetzt. Die Dissertation untersucht Lehrmaterial von dem achten Jahr, die sehr umfangreiche Reihe von den Experimenten ist. Zu Beginn der Arbeit im Allgemeinen schreibt man über die Physik als wissenschaftliche Disziplin in seiner Geschichte und welche Bereiche in die Physik unterteilt. Das nächste Kapitel befasst sich mit der Arbeit der theoretischen Einführung zur Bildung und Didaktik. In Kapitel 3 wird detailliert die Rolle der Experimente und Laborarbeiten untersucht. Kapitel 4 und 5 sind eine Reihe von Experimenten für den 8. Jahr und sie konzentrieren sich auf die mechanischen Eigenschaften von Flüssigkeiten und Gasen, mechanische Eigenschaften, die von der SEP Guth Jarkovsky's Grundschule geregelt sind. Für jeden Versuch sind: die Einbeziehung in die Lehre, Ausstattung, Prozess-, Ergebnis-und Prozess von Versuch und lesen Zeug. Die Experimente werden in Bezug auf Leistung und Effizienz bewertet. Wenn es nötig wird, werden sie gute Ratschläge für Lehrer, die Experimente durchführen werden. Diese Kapitel bieten auch ihre eigenen Erfahrungen mit Experimenten im kontinuierlichen Verfahren und sie unterliegen in Kostelec nad Orlici. Das Fazit fasst die Bewertung von Schulbüchern in der Auswahl der Experimente genutzt und bietet Möglichkeiten, diese Arbeit in der Praxis einzusetzen. SVP den Unterricht in Physik Kurs ist als Anhang angefügt # 1

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá zpracováním fyzikálních pokusů pro 8. ročník základní školy se zaměřením na Mechanické vlastnosti kapalin a plynů. Pokus obsahuje: zařazení ve vyučovací hodině, pomůcky, postup, výsledek a průběh pokusu a vykládanou látku. Porovnává učebnice z různých období a odlišných vydavatelství. V určitých etapách jsou pokusy shrnuty a zhodnoceny z hlediska náročnosti a efektivity. V závěru je shrnuta využitelnost této práce v učitelské praxi.

ANOTACE V ANGLIČTINĚ

This thesis deals with the processing of physical experiments for the 8th grade of elementary schools with a focus on the mechanical properties of liquids and gases. The experiment includes: inclusion in the lesson, equipment, process, outcome and process of trial and interpreted theme. It compares the textbooks from different eras and different publishers. At certain stages of experiments the textbooks are summarized and evaluated in terms of performance and efficiency. The conclusion summarizes the usefulness of this work in practice teaching.

ANOTACE V NĚMČINĚ

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Verarbeitung von physikalischen Experimenten für die 8. Klasse der Grundschule mit einem Schwerpunkt auf die mechanischen Eigenschaften von Flüssigkeiten und Gasen. Das Experiment beinhalten: Einbeziehung in die Lehre, Ausstattung, Prozess-, Ergebnis- und Prozess von Versuch und lesen Zeug. Die Arbeit vergleicht die Lehrbücher aus verschiedenen Epochen und verschiedenen Verlagen. In bestimmten Phasen der Experimente werden zusammengefasst und ausgewertet in Bezug auf Leistung und Effizienz. Die Schlussfolgerung fasst den Nutzen dieser Arbeit in der Praxis lehren.

Obsah

Prohlášení.....	II
Poděkování.....	III
RESUMÉ	IV
SUMMARY	V
ZUSAMMENFASSUNG	VI
ANOTACE	VII
ANOTACE V ANGLIČTINĚ	VIII
ANOTACE V NĚMČINĚ	IX
Obsah	X
1. FYZIKA.....	1
1.1. HISTORIE FYZIKY A SOUČASNÝ VÝVOJ	2
1.2. ROZDĚLENÍ FYZIKY.....	3
1.2.1. Teoretická fyzika	3
1.2.2. Experimentální fyzika.....	3
1.2.3. Numerické simulace	5
1.2.4. Aplikovaná fyzika.....	5
2. VÝUKOVÉ METODY.....	6
2.1. KLASICKÉ VÝUKOVÉ METODY	7
2.1.1. Metody slovní	7
2.1.2. Metody názorně demonstrační.....	8
2.1.3. Metody dovednostně praktické.....	9
2.2. AKTIVIZUJÍCÍ METODY VÝUKY	12

2.3. KOMPLEXNÍ VÝUKOVÉ METODY	15
3. POKUSY	18
4. MECHANICKÉ VLASTNOSTI KAPALIN.....	20
4.1. PASCALŮV ZÁKON.....	20
4.2. HYDRAULICKÁ ZAŘÍZENÍ.....	24
4.3. ÚČINKY GRAVITAČNÍ SÍLY ZEMĚ NA KAPALINU	27
4.4. HYDROSTATICKÝ TLAK	30
4.5. VZTLAKOVÁ SÍLA PŮSOBÍCÍ NA TĚLESO V KAPALINĚ	46
4.6. ARCHIMÉDŮV ZÁKON.....	49
4.7. POTÁPĚNÍ, PLOVÁNÍ A VZNÁŠENÍ STEJNORODÉHO TĚLESA V KAPALINĚ.....	53
4.8. POTÁPĚNÍ, PLOVÁNÍ A VZNÁŠENÍ NESTEJNORODÉHO TĚLESA V KAPALINĚ.....	58
5. MECHANICKÉ VLASTNOSTI PLYNŮ.....	63
5.1. ATMOSFÉRA ZEMĚ.....	63
5.2. ATMOSFÉRICKÝ TLAK	67
5.3. MĚŘENÍ A ZMĚNY ATMOSFÉRICKÉHO TLAKU	68
5.4. VZTLAKOVÁ SÍLA PŮSOBÍCÍ NA TĚLESO V ATMOSFÉŘE ZEMĚ.....	71
5.5. TLAK PLYNU V UZAVŘENÉ NÁDOBĚ A MANOMETR	75
6. ZÁVĚR	81
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	83
Citovaná literatura.....	83
Použité prameny	84

Příloha č. 1	86
Příloha č. 2	105
Příloha č. 3	107
Příloha č. 4	109
Příloha č. 5	110
Příloha č. 6	111
Příloha č. 7	116
Příloha č. 8	120

1. FYZIKA

Fyzika, jejíž jméno je odvozeno z řeckého slova „fysis“ (příroda), byla původně vědou o přírodě, tedy souhrnem všech přírodních věd, které se z ní průběhem staletého vývoje postupně oddělovaly. I když tento proces stále pokračuje, zachovává si fyzika ústřední postavení mezi ostatními přírodními obory jako základní přírodní věda s nejvyšším stupněm abstrakce a exaktnosti. Fyzikální poznatky mají nejobecnější charakter a vztahují se k základním přírodním jevům. Fyzika zkoumá hmotu, její vlastnosti a chování během dějů. K tomuto účelu využívá pozorování, pokusů a teorie. Při pozorování je vnímán přírodní děj probíhající bez zásahu pozorovatele. Častěji je však přírodní děj studován za uměle připravených podmínek formou experimentů v laboratořích. Cílem pozorování a experimentální činnosti je nalézt zákonitost přírodních jevů a odhalit vzájemné souvislosti mezi jejich vlastnostmi. Tyto souvislosti slovně nebo matematicky vyjadřuje fyzikální zákon (*Hofmann & Urbanová, 2005*). Vlastnosti a vztahy mezi ději popisujeme jazykem matematiky. Ve fyzice se většina zákonů, které popisují určité jevy, vyjadřuje pomocí matematického zápisu (vztahu). U některých zákonů nebude někdy důležité přesné znění vztahu, ale bude zajímavé uvědomit si, na čem zkoumaná veličina závisí. Fyzika je někdy označována jako věda fundamentální a dále také těsně souvisí s astronomií (*Reichl & Všeticka, 2006-2010*).

1.1. HISTORIE FYZIKY A SOUČASNÝ VÝVOJ

Počátky fyziky lze najít již ve starověku, kde převážně patřila do filosofie. Převažujícími metodami poznání zde byly úvaha a pozorování. Aristotelova fyzika odpovídala přirozené, vypořádané zkušenosti. Jeho učení se stalo vrcholem poznání na dalších tisíc let. Výjimkou značně předbíhající dobu byl Archimédés, který prováděl experimenty. Další vývoj nastal až v renesanci. Galileo Galilei začal systematicky provádět experimenty, což se stalo základem rozvoje fyziky a také odvodil některé výsledky v mechanice. Koncem 17. století vydává Isaac Newton nejvýznamnější dílo v dějinách fyziky *Matematické základy filosofie přírody (Philosophiae Naturalis Principia Mathematica)* a vyslovuje zákony pohybu, které jsou základem mechaniky až do 20. století. V druhé polovině 19. století James Clerk Maxwell přichází s teorií elektromagnetického pole, která vysvětluje veškeré elektrické a magnetické jevy, později přivádí na stejný základ i optiku. Na konci 19. století vzniká jaderná fyzika. Rok 1905 je nazýván „zářný rok“ Alberta Einsteina. Einstein zveřejňuje speciální teorii relativity, vysvětluje fotoefekt a Brownův pohyb, v pozdější době představuje obecnou teorii relativity. Počátkem 20. století byl Planckem objasněn problém spektra černého tělesa a Einsteinem vysvětleno chování fotoefektu. Na přelomu 20. století se podařilo popsat elektromagnetismus. V druhé polovině 20. století byla popsána slabá a silná interakce a vysvětlena existence mnoha elementárních částic. Rozvíjela se kosmologie. Vývoj se odehrával také ve fyzice pevných látek a statistické fyzice. Od 80. let 20. století se rozvíjí teorie strun. Rostoucí požadavky techniky inspirují fyziku k hledání nových fyzikálních zákonitostí (*Fyzika: Wikipedie, 2010*).

1.2. ROZDĚLENÍ FYZIKY

Fyziku dělíme podle používaných metod na teoretickou fyziku, experimentální fyziku, numerické simulace a aplikovanou fyziku. Podle povahy zkoumaných jevů dělíme fyziku na mechaniku, molekulovou fyziku a termodynamiku, elektřinu a magnetismus, optiku, kvantovou fyziku, atomovou fyziku, jadernou fyziku, teorii relativity, astronomii a kosmologii a další. Podle velikosti zkoumaných objektů dělíme fyziku na obory: fyzika mikrosvěta, fyzika makrosvěta a fyzika megasvěta (*Reichl & Všetická, 2006-2010*).

1.2.1. Teoretická fyzika

Snaží se vysvětlit fyzikální jevy pozorované v přírodě pomocí matematických vztahů. Hledá obecně platné zákony, kterými se tyto jevy řídí. Vytváří nové nebo upravuje a zobecňuje stávající fyzikální teorie. Popisuje jevy známé a také se snaží předpovídat jevy nové. Používá deduktivní metody. Teoretickou fyziku nelze oddělit od experimentální. Teorie, která nesouhlasí s výsledky provedených experimentů, nemůže být správným popisem přírody. Teoretická a experimentální fyzika se navzájem ovlivňují a doplňují, což dokládá zrod kvantové mechaniky a teorie relativity. Rozvoj teoretické fyziky souvisí i s rozvojem matematiky. Rozvoj mnohých matematických oborů byl často dán jejich potřebou v teoretické fyzice (*Fyzika: Wikipedie, 2010*).

1.2.2. Experimentální fyzika

Cílem experimentální fyziky je potvrzení nebo vyvrácení existující teorie. Dochází přitom k jiným novým objevům. Zabývá se poznatky, které byly dosaženy experimentem. Používá induktivní metody. Do experimentální fyziky patří pozorování jevů, pokusy, vytváření hypotéz a ověřování hypotéz (*Hofmann & Urbanová, 2005*).

Pozorování

Sledování určitého jevu v jeho přirozených podmínkách, aniž by pozorovatel do průběhu jevu zasahoval. Vědecké pozorování je činnost záměrná, je vytyčen cíl pozorování. Cílem pozorování jsou jevy a vztahy, které jsou identifikované a definované. Pozorování je především zaměřeno na pravidelnost výskytu určitého jevu a na jeho kvantitativní i kvalitativní stránky. Pozorování může být prováděno smyslovými orgány nebo přístroji. Pozorování je v dnešní době téměř vytlačeno interpretací faktů počítači (*Fyzika: Wikipedie, 2010*).

Pokus (experiment)

Sledování jevu v uměle připravených podmínkách obvykle v laboratoři. Při pokusu vyvoláme určitý jev uměle, měníme počáteční podmínky a ledujeme vliv těchto počátečních podmínek na průběh jevu. Je to také soubor jednání a pozorování, jehož účelem je ověřit nebo vyvrátit hypotézu nebo poznatek. Pokus je základem empirického rozšiřování vědeckého poznání. Od řádného pokusu se očekává dostatečně přesný popis všech podmínek, v nichž pokus probíhal, a dále také přesný záznam všech postupů, které byly při pokusu použity. Pokus musí být opakovatelný. U každého pokusu je důležitý tzv. slepý pokus. Zkoumáme-li dopad působení něčeho na něco, musíme mít pro srovnání další skupinu, s níž se zachází stejně jako se vzorkem, pouze se u něj zkoumaný vliv vypouští (*Reichl & Všetická, 2006-2010*).

Vytváření hypotéz

Hypotézy se vytvářejí na základě pozorování a experimentu nebo na základě základních znalostí daného jevu vytváříme vědecky zdůvodněnou představu o průběhu a příčinách zkoumaného jevu, jejíž pravdivost vždy ověřujeme. Vyjádříme-li průběh experimentu nebo pozorování matematickými prostředky, provádíme fyzikální měření. Jestliže během něho získáme zákonitý vztah mezi podmínkami a výsledkem pozorování či experimentu, docházíme

k fyzikálnímu zákonu. Není-li hypotéza v rozporu s žádným experimentálním faktem, stává se teorií daného jevu (*Reichl & Všeticka, 2006-2010*).

Ověřování hypotéz

Při ověřování hypotéz pracujeme často s myšlenkovými konstrukcemi – modely, které vyjadřují pouze určité zjednodušené vlastnosti zkoumaného jevu. Ověřená hypotéza tvoří fyzikální teorii. Vytváření a ověřování hypotéz patří k teoretickým metodám fyziky (*Reichl & Všeticka, 2006-2010*).

1.2.3. Numerické simulace

Umožňují udělat si představu o důsledcích přírodních zákonů za daných podmínek a dávají předpovědi ověřitelné pozorováním. Simulace je v matematice a kybernetice vědecká metoda, při které se zkoumají vlastnosti nějakého systému pomocí experimentů s jeho matematickým modelem. Modelování patří k tradičním postupům v technických disciplínách. Hlavní praktickou výhodou modelování je možnost pomocí pokusů a omylů vyřešit úlohy, které nemají analytické řešení. Model ale málokdy dokáže popsat dění v přírodě dostatečně přesně (*Fyzika: Wikipedie, 2010*).

1.2.4. Aplikovaná fyzika

Aplikovaná fyzika je obor na rozhraní fyziky a technických oborů. Vychází z potřeb praxe. Její rozvoj je motivován potřebami z výroby, lidské spotřeby a z potřeby ochrany životního prostředí. Předmětem studia je modelování chování složitých systémů, zkoumání komplikovaných dějů a jevů při technologických procesech, kombinování poznatků z oblasti fyziky s poznatky z technických aplikací, sumarizace získaných vědomostí a znalostí, interpretace poznatků z hlediska řešení problémů v praxi. Základem studia je obecný matematicko-fyzikální základ, ten je později rozvíjen. Obor se dělí do mnoha různých specializací (*Fyzika: Wikipedie, 2010*).

2. VÝUKOVÉ METODY

Výukovou metodu chápeme jako uspořádaný systém vyučovacích činností učitele a učebních aktivit žáků, které směřují k dosažení výchovně vzdělávacích cílů. Čím jasněji a přesněji je vymezen cíl výuky, tím lépe mohou být zvoleny metody k jeho naplnění (*Bezchlebová, 2009*).

Výukové metody dělíme podle různých kritérií, pomocí nich si volíme vhodnou výukovou metodu. Kritéria pro volbu výukových metod:

- principy a pravidla výukového procesu
- cíle a záměry výuky
- obsah a metody daného předmětu
- úroveň fyzické a psychické vyspělosti žáků
- zvláštnosti třídy
- vnější podmínky
- osobnost učitele

Při výuce využíváme takové metody, aby žáci pochopili učivo a co nejvíce informací uchovali v dlouhodobé paměti, zkrátka, aby výklad byl co nejefektivnější. Člověk si pamatuje 20 % z toho, co pouze slyší, 30 % z toho, co slyšíme i vidíme, 80 % z toho, co sami formulujeme a 90 % z toho, co sami děláme. Proto se snažíme ve výuce používat aktivizující metody, kdy žáci sami vykonávají činnosti, jimiž se učí.

Výukové metody dělíme na: klasické výukové metody, aktivizující metody a komplexní výukové metody.

2.1. KLASICKÉ VÝUKOVÉ METODY

2.1.1. Metody slovní

Vysvětlování (výklad)

Vysvětlování je logický a systematický postup při předávání učiva. Vede k pochopení a osvojení jádra sdělení. Reprodukuje poznávací proces, prohlubuje vnitřní aktivitu a umožňuje získat vlastní požitky. Vysvětlování by mělo splňovat určité požadavky. Mělo by: být srozumitelné - postupně vyvozovat, navazovat na předchozí znalosti, používat příklady a názorné pomůcky, využívat jasný a přesný jazyk; mít logickou stavbu - obsahovat hlavní fakta, postupovat od konkrétního k abstraktnímu, zobecňovat, mít systém a strukturu a navazovat na jiné obory (*Bezchlebová, 2009*).

Vyprávění

Zajímavá metoda, která upoutá svým obsahem, dynamičností podání, dramatičností děje. Zprostředkovává věcné informace, je velmi motivační, působí na představivost a fantazii, podporuje sociální učení, udržuje soustředění, kultivuje jazyk, slouží k uvolnění a zvolňuje pracovní tempo. U vyprávění je důležitá soustředěná spolupráce posluchačů, osobnost vypravěče, pomůcky, místo a čas realizace (*Bezchlebová, 2009*).

Přednáška

Delší ucelený projev závažného tématu. Využívá síly slova k získání, informování a přesvědčení posluchačů. Velkým nedostatkem je malá nebo žádná aktivita posluchačů. Oproti tomu velkými výhodami jsou rychlý přenos informací, systematický a utříděný přenos a motivace. U přednášky je důležitý obsah, přehledné členění, rozsah a aktivace publika. Velmi nutné je zvládnutí

techniky řečového projevu, vhodný pohyb po místnosti, využívání řeči těla a oživení projevu (*Bezchlebová, 2009*).

Práce s textem

Obvykle tím myslíme metodu založenou na zpracování textových informací. Účelem je naučení, opakování nebo procvičení. Dominuje zde učení studenta. Práce s textem spočívá ve vyčlenění klíčových informací, uspořádání informací podle určitého kritéria, vyjádření informací graficky nebo vlastními slovy, zaujmutí vlastního stanoviska k informacím, interpretaci informací, hodnocení textu nebo formulování otázek k textu (*Bezchlebová, 2009*).

Rozhovor

Verbální komunikace dvou nebo více osob. Má předem stanovený cíl a obsah, vytváří vzájemné porozumění a aktivizuje publikum. Výukový rozhovor učí formulovat myšlenku, obhájit názor, argumentovat a rozhodovat se. Důležité je správně formulovat otázky, vybrat v hodné téma, mít dostatek času a aktivně naslouchat (*Bezchlebová, 2009*).

2.1.2. Metody názorně demonstrační

Předvádění a pozorování

Zprostředkovává pomocí smyslových receptorů vjemy a prožitky, obsahuje slovní doprovod. Důležité je připravení podmínek a správné naplánování, zajištění viditelnosti, využívání co nejvíce smyslů, rozložení do částí, zapojení žáků, podněcování k aktivitě otázkami, prověřování pochopení a shrnutí hlavních poznatků. Je několik typů předvádění: reálné předměty, modely, zobrazení (obrazy, projekce), zvukové pomůcky, dotykové pomůcky, literární pomůcky a další.

Práce s obrazem

Rozklad obrazu na prvky. Patří sem úkoly na pozorování, translační úkoly nebo interpretační úkoly. Vyčleňování informací z obrazu je třeba cvičit (Bezchlebová, 2009).

Instruktaž

Zprostředkovává vizuální, auditivní, audiovizuální, hmatové a pohybové podněty k praktické činnosti. Patří sem instruktaž slovní a písemná, kognitivní a mentální trénink.

Práce se schématy, přehledy, myšlenkovými mapami

2.1.3. Metody dovednostně praktické

Napodobování

Přebírání způsobů chování a jednání od druhých. Může být uvědomělé a neuvědomělé. Mezi napodobování patří imitace, observační učení a autentické učení.

Manipulování, laborování a experimentování

Manipulaci můžeme chápat jako působení na ostatní s využitím autority a zkušeností. Pomáhá poznávat prostředí a zařízení. Jsou to montážní a demonstrační práce, laboratorní práce a experiment. Manipulační činnosti se někdy považují za přechod od metod demonstračních k metodám laboratorním a praktickým. Jedná se o důležitou metodu, se kterou se ve fyzice setkáváme velmi často. Učitel má vést žáky k tomu, aby rozebírali a skládali fyzikální pomůcky, a tím si rozvíjeli technické myšlení. Montážní a demontážní práce mají velmi často charakter problémového vyučování. Metoda manipulování je vlastně práce podle daného návodu krok po kroku.

Další metoda, patřící do této oblasti, je metoda práce žáků s multiplikáty pomůcek – tato metoda spočívá v tom, že každý žák dostane k dispozici určitou učební pomůcku, se kterou může manipulovat, experimentovat, provádět vlastní měření a zjišťovat její vlastnosti.

Pokus (experiment) znamená umělé vyvolání jevu nebo procesu tak, abychom jev nebo proces mohli dobře pozorovat, analyzovat, zjistit okolnosti jeho vzniku a stanovit podmínky jeho průběhu. Fyzikální pokus, jehož součástí jsou laboratorní práce je velmi důležitou součástí výuky fyziky. Žádná část hodiny fyziky není pro žáky tak zajímavá, živá, poutavá a účinná jako dobře naplánovaný a provedený demonstrační, popřípadě žákovský experiment. Žádné vysvětlení fyzikálního jevu, procesu nebo zákona by proto nemělo probíhat bez pokusu, demonstrace nebo alespoň videozáznamu (*Vaculová, 2006*).

Vytváření dovedností

Učitel fyziky, stejně jako učitelé všech ostatních předmětů, by se měl snažit u žáků rozvíjet nejenom dovednosti specifické pro jeho předmět, ale také učební dovednosti. Vytváření dovedností žáků je významný úkol technických předmětů. Aplikace vědomostí na řešení praktických úloh a procvičování činností, je to vhodné na přípravu pro praxi a pro vytvoření modelů praktického působení. Tam, kde ve vyučování nevystačíme již s názorem, lze postup při vytváření dovednosti budovat na syntéze poznání, tj. postupovat od konkrétních poznatků k teoriím a přitom navazovat na vědomosti a dovednosti předcházející. Do metody vytváření dovedností můžeme zařadit: plánování vlastního učení a stanovování jeho cíle, umět využívat různých zdrojů informací při učení a při řešení úloh a problémů, řešení různých druhů učebních úloh a problémů, umět klást otázky a odpovídat na ně, samostatně ústně i písemně vyjadřovat výsledky analýzy, hodnocení poznatků, vytvářet grafy, schémata, tabulky, přehledy učiva, kontrolování a hodnocení vlastní

učební činnosti a jejích výsledků, pracování ve skupinách a spolupráce s ostatními žáky (*Vaculová, 2006*).

Produkční metody

Výsledkem je produkt praktické činnosti. Produkční metody zahrnují produktivní nebo fyzickou práci prováděnou rukama nebo pomocí tělesných pohybů. Pracovní competence je považována za součást všeobecného vzdělání. Mezi produkční metody patří pohybové dovednosti, ale také jemná motorika (psaní, rýsování, kreslení, hra na hudební nástroj). (*Maňák & Švec, 2003*)

2.2. AKTIVIZUJÍCÍ METODY VÝUKY

- **diskusní metody**

- lze je dále dělit na: rozhovor, dialog, diskuse

Vzájemná výměna názorů na dané téma. Na základě znalostí uvádějí účastníci argumenty pro svá tvrzení a tím společně nacházejí řešení daného problému. Je důležité: zvolit vhodné téma, zachovat jednací řád a pevné řízení diskuse, cvičit v dovednostech diskuse, včasné oznámit téma diskuse, organizační a prostorové zajištění, zapojení všech účastníků, příznivé klima, aktivní naslouchání. Tato metoda rozvíjí schopnost jasně se vyjadřovat, argumentovat, pohotově reagovat, učit chápat podstatu problému a vede k sociálnímu učení. Diskusní metoda má několik fází: 1. vymezení tématu, 2. prezentace a výměna názorů, 3. argumentace a zdůvodňování tvrzení, 4. shrnutí výsledků diskuse.

- **problémové metody**

- lze dále rozdělit na: metoda řešení problémových úkolů

Učení cestou samostatného objevování. Subjekt se učí ze svých úspěchů, ale také nezdarů, rozvíjí tvůrčí myšlení, samostatnost a schopnost vyhledávat informace. Řešení problémů má několik fází: 1. identifikace problému, 2. analýza problémové situace, 3. vytváření hypotéz, návrhy řešení, 4. verifikace hypotéz, vlastní řešení problému, 5. návrat na začátek (při neúspěchu řešení). Existuje doporučený postup (sled operací) na vyřešení problému. 1. Definuj problém, 2. Informuj se, 3. Tvoř řešení, 4. Ohodnoť řešení, 5. Realizuj řešení. V některých situacích se mohou body 4 a 5 obrátit.

- **didaktické hry**

Jsou to činnosti, které mají své využití při učení. Proto by je měl využívat každý tvořivý učitel. Hru můžeme charakterizovat jako jednu ze základních forem činnosti, která děti baví. Je to dobrovolně volená aktivita, jejímž sekundárním produktem je učení. Pro nás je důležité, že didaktické hry aktivizují žáky a rozvíjí myšlení a poznávací funkce, protože jsou založeny na řešení problémových situací. Jsou vhodné zejména k naplňování kompetencí k řešení problémů i ostatních skupin klíčových kompetencí (komunikativních, sociálních, atd.) Tvořivý učitel by měl hru využívat, zařadit ji do vyučovacího procesu a sám si ji vhodně navrhnout ve spolupráci s žáky. Výběr hry a její formu je třeba volit s ohledem na věk žáků. Didaktické hry mají vzdělávací i výchovný efekt. Žáci musí respektovat dohodnutá pravidla hry, což vede k posilování sebekontroly a socializace, učí se vyhrát i prohrát, získat i ztratit. Hra je zdroj zábavy i poučení, prostředek osvojování sociálních rolí a prostředek prožívání. Ve fyzice je možné využít např. různé křížovky, doplňovačky nebo hry spojené s experimentální činností žáků, v nichž jsou integrovány poznatky z příslušného předmětu (*Pecina & Pitnerová, 2006*).

Při přípravě didaktické hry můžeme postupovat takto:

1. Stanovení cíle hry a objasnění volby konkrétní hry.
2. Ověření připravenosti žáků na hru. Žáci musí mít potřebné znalosti a dovednosti a hra musí mít přiměřenou náročnost.
3. Stanovení pravidel hry. Žáci je musí znát.
4. Volba vedoucího hry. Může jím být i žák. Ale musí na to mít zkušenosti.
5. Vymezení způsobu hodnocení a diskuse s žáky na toto téma.
6. Příprava prostorových i materiálních potřeb. Zahrnuje uspořádání místnosti, přípravu pomůcek a materiálů.

7. Stanovení časového průběhu a časových možností účastníků hry.

- **inscenační metody**

- lze dále dělit na: strukturovaná inscenace (předem připravený scénář), nestrukturovaná inscenace, dramatizace

Sociální učení v modelových situacích. Účastníci jsou sami aktéry předváděných situací. Mají několik fází: 1. příprava inscenace (cíl, obsah, časový plán, rozdělení rolí), 2. realizace inscenace (improvizované hraní), 3. hodnocení.

- **situační metody**

- lze dále dělit na: metoda rozboru situace, řešení konfliktní situace (návrhy řešení se vyžadují ihned), metoda incidentu (rozhodování na základě dotazů), dynamická situační metoda (hraní rolí)

Řešení problémového případu z reálného života. Velké přednosti situačních metod je zaměřenost na praxi, aktivní sociální učení a emocionální působení. Naproti tomu nedostatkem je časová a materiálová náročnost a zjednodušení problému. Opět má několik fází: 1. prezentace případu (slovní, obrazová, písemná), 2. získávání dalších informací, 3. rozbor variant řešení a diskuse, 4. zhodnocení výsledků.

2.3. KOMPLEXNÍ VÝUKOVÉ METODY

- **frontální výuka**

Společná práce žáků ve třídě s dominantním postavením učitele, který řídí, usměrňuje a kontroluje veškeré aktivity žáků. Realizací je vyučovací hodina s typickým průběhem (zahájení, opakování, výklad, procvičování, zadání domácího úkolu, ukončení). Učitel pracuje s celou třídou najednou, nevyžaduje spolupráci třídy (přednáška, výklad, vysvětlování), vyžaduje spolupráci třídy (diskuse).

- **skupinová a kooperativní výuka**

Řešení společného úkolu v malých skupinách. Jednoduché organizační seskupení žáků nejčastěji podle jejich schopností nebo podle zájmů. Každá skupina zpracovává jiný úkol bez spolupráce mezi žáky. Učitel se věnuje vždy jedné skupině, zbytek třídy pracuje samostatně. Skupinovou výuku můžeme rozdělit do několika fází: 1. přípravná (stanovení velikosti skupiny, rozdělení do skupin, rozdělení rolí, výběr skupinových úloh), 2. realizační, 3. hodnotící (prezentace výsledků).

- **kritické myšlení**

Činnost, nástroj, který pomáhá žákům přejít od povrchního k hloubkovému učení, k odhalování souvislostí, k porozumění učivu a k vlastním závěrům (*Gavora, 1995*). Kriticky myslet znamená uchopit myšlenku, pochopit její obsah, prozkoumat ji, porovnat s jinými názory a tím, co už o dané problematice vím a následně zaujmout vlastní názor (*Maňák & Švec, 2003*).

- **partnerská výuka**

Dvojice se společně zabývá jedním úkolem a je hodnocena jako celek. Lze použít i pro část vyučovací hodiny. V partnerské výuce se pracuje postupně od seznámení s úkolem, společné hledání podkladů, úvaha o řešení a postupu, společná činnost, zpracování úkolu, zápis, reference před třídou, doplňky, porovnávání výsledků, dotazy, diskuse, shrnutí učitelem až po hodnocení dvojic (*Foltýnová, 2008*).

- **brainstorming**

Znamená doslova „bouři mozků“, hlavním smyslem brainstormingu je vyprodukovat co nejvíce nápadů v relativně krátké době a následně posoudit jejich užitečnost. Cílem není úplné dořešení problémů. Počet účastníků je nejlépe 7 – 12 a optimální doba trvání je 30 – 45 minut (*Horová, 2007*).

- **výukové projekty**

Východím slovem je zde projekt, který můžeme vymezit jako komplexní praktickou úlohu spojenou s životní realitou, kterou je nutno řešit teoretickou i praktickou činností která vede k vytvoření adekvátního produktu. Navazuje do jisté míry na metodu řešení problémů, pojímá však problémové úkoly komplexněji (*Maňák & Švec, 2003*).

- **výuka dramatem**

Má blízko k inscenačním metodám, v případě výuky dramatem jde však o komplexnější utváření výchovně vzdělávacích situací, při nichž se využívají základní principy dramatu a divadla (*Maňák & Švec, 2003*).

- **výuka podporovaná počítačem**

Představuje využití počítače jako prostředníka výuky, dnes existuje celá řada programového softwaru, který je možno využít pro výuku. Výuka počítačem přinesla větší individualizaci výuky, vyšší úroveň prezentace učiva, přesto však učiteli zůstala nezastupitelná úloha při orientaci žáků v záplavě informací, které počítač nabízí (*Horová, 2007*).

- **otevřené učení**

Je to nový termín, který ještě není ustálen. Usiluje o celkovou změnu vzdělávání, k nejdůležitějším rysům patří: otevřenost pro aktivní, samostatnou práci žáků, otevřenost výuky a otevřenost školy vůči prostředí (*Maňák & Švec, 2003*).

- **televizní výuka**

Představuje specifické využití forem a technik televizního média (video) ve vzdělávacím procesu. Televizní výuka zprostředkovává učivo a účelně je uspořádává (*Maňák & Švec, 2003*).

- **učení v životních situacích**

Jedná se o nový přístup k výuce, představuje snahy kompenzovat školní zaměstnání zážitky ze skutečného života a při učení posílit žakovu aktivitu, zkušenosti, zájmy a potřeby. Podstatou je snaha umožnit životu proniknout do školy (*Maňák & Švec, 2003*).

3. POKUSY

Školní pokus

Školní pokus by měl být jednoduchý, přesvědčivý a bezpečný. Dělí se na demonstrační pokus (provádí ho učitel) a frontální pokusy (provádí ho žáci ve skupinách samostatně nebo paralelně s učitelovým demonstračním pokusem. Po ukončení pokusu by se měl demonstrovaný jev znovu vysvětlit, popsat, zobecnit a písemně dokumentovat (popsat průběh, nakreslit schéma, výsledky měření zapsat do tabulky nebo znázornit grafem, napsat závěr). Při pokusech si žáci rozvíjí dovednosti pozorovat, popisovat a analyzovat předváděné jevy a děje a učí se prvkům vědecké práce (Vaculová, 2006).

Úkolem školního pokusu je:

- ukázat žákům názorně nová fakta, které nelze zajistit přímo v jejich přirozeném prostředí,
- objasnit příčinné vztahy, popř. kvantitativní závislosti,
- ověřit hypotézu, výpočet nebo dedukcí odvozený závěr,
- navodit a cvičit dovednost zacházet s pomůckami a měřicími přístroji.

Laboratorní práce

Laboratorní práce jsou důležitou součástí výuky fyziky. Jsou charakteristické aktivní a samostatnou prací žáků, kteří laborují, experimentují, pozorují, popisují, měří a dospívají k určitým výsledkům a závěrům. Žáci mohou pracovat jednotlivě nebo v menších skupinách. Při laboratorních pracích si žáci upevňují celou řadu dovedností, jako jsou například: dovednost zacházet s nástroji a přístroji, měřit, vážit, pracovat s tabulkami, plánovat svou práci, sestavit o ní protokol, pozorovat, používat nové poznatky v praxi, upevňovat si manuální dovednosti, získávat komunikační dovednosti, dovednosti

spolupracovat a pracovat ve skupinách, vyvozovat závěry aj. Příklady zadání laboratorních prací podporují rozvoj fyzikálních dovedností: Určení objemu pevného tělesa užitím Archimédova zákona, Měření kapaliny hustoměrem aj.

Laboratorní práce můžeme rozdělit na různé typy:

- ilustrační typ – ilustrující učivo, které již dříve žáci poznali při výkladu,
- aplikační typ – umožňují aplikaci osvojené teorie, opakování a procvičování vědomostí a dovedností,
- laboratorní práce heuristického charakteru – umožňují žákům problémovým řešením úkolů objevovat pro sebe nová fakta, vztahy a osvojovat si nové vědomosti a dovednosti; tento typ laboratorních prací je obzvláště důležitý, neboť učí žáky experimentovat a podporuje u nich získávání dovedností problémového myšlení (*Mojžíšek, 1975*).

4. MECHANICKÉ VLASTNOSTI KAPALIN

4.1. PASCALŮV ZÁKON

Pokus č. 1

Zařazení ve vyučovací hodině: před vysvětlením tlakové síly

Pomůcky: skleněná baňka s otvory ve stěnách s pístem, kapalina (voda)

Postup: Do skleněné baňky nalijeme kapalinu, baňku uzavřeme pístem a tlačíme na něj.

Výsledek a průběh pokusu: Tlačíme-li na píst, vystřikuje voda stejně všemi směry kolmo ke stěnám (obrázek 1).¹ Z pokusu soudíme, že vnější tlaková síla působí v kapalině tlak. Tento tlak je u stěn nádoby všude stejně velký.

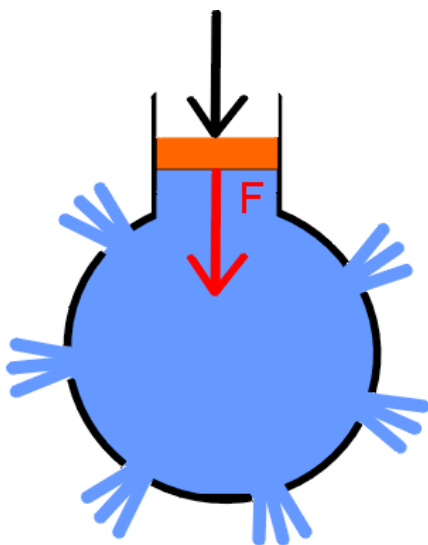
Vykládaná látka: Tlak v kapalině měříme silou působící kolmo na 1 m² plochy.

Označíme-li tlakovou sílu F a obsah plochy S , platí pro tlak v kapalině $p = \frac{F}{S}$ a jednotkou tlaku je pascal. Stejný tlak jako na hladině vyvolá pak vnější tlaková síla i ve všech ostatních místech uvnitř kapaliny.

Tento pokus můžeme provést i s obyčejnou plastovou láhví, do které uděláme několik vpichů jehlou. Láhev naplníme vodou, uzavřeme ji, nakloníme a zmáčkneme. Voda vystřikuje všemi otvory stejně prudce a kolmo na stěny nádoby (obr. 2).²

¹ <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Pascal.png> (obrázek 1)

² http://www.kof.zcu.cz/ak/veletrhy/1/novobils_soubory/image002.jpg (obrázek 2)



Obrázek 1 – Působení tlakové síly na kapalinu



Obrázek 2 – Působení tlakové síly na kapalinu

Pokus č. 2

Zařazení ve vyučovací hodině: před vyložení Pascalova zákona

Pomůcky: skleněná nádoba, píst s otvory, různě tvarované trubičky, balónek, kapalina (voda)

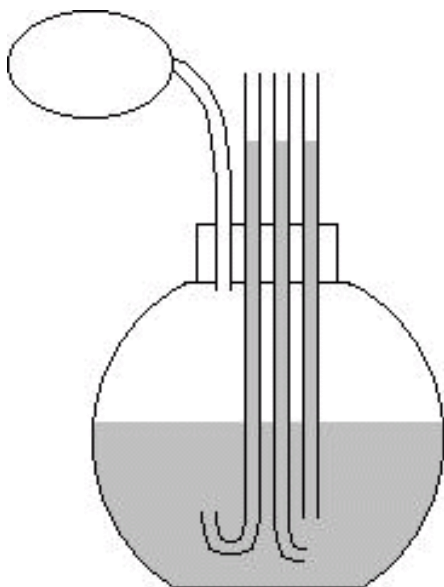
Postup: Do skleněné nádoby nalijeme kapalinu, nádobu uzavřeme pístem. Do otvorů vložíme tři různě tvarované skleněné trubičky a do posledního otvoru trubičku s balónkem. Konce tří trubiček jsou v různé hloubce kapaliny. Ke tvrté trubičce, která nezasahuje do vody, je připojen balónek.

Výsledek a průběh pokusu: Stisknutím balónku stlačíme vzduch nad vodou v nádobě a ten vytlačí vodu v trubičkách do stejné výše. Tlaková síla vzduchu působí na povrch vody. Ve všech trubičkách zasahujících do vody vytlačí vodu stejně vysoko. A to přesto, že trubičky končí v různých hloubkách vody a směřují v ní jinými směry (obr. 3).³

Vykládaná látka: Pokus potvrzuje, že tlak je v různých místech kapaliny stejný.

Pascalův zákon → Vnější tlaková síla působící na kapalinu v uzavřené nádobě vyvolá v kapalině tlak, který je ve všech jejích místech stejný. Pascalův zákon platí i pro plyny. Příkladem pro plyny může být huštění vzduchu balónku, který nabývá kulatého tvaru, protože tlak vzduchu je ve všech místech stejný.

³ http://www.zslado.cz/vyuka_fyzika/e_kurz/7/vlastnostikapalin/vykl.htm (obrázek 3)



Obrázek 3 – Tlak způsobený vnější tlakovou silou je ve všech místech kapaliny stejný

Shrnutí ke kapitole 4.1.

K dostatečnému vysvětlení Pascalova zákona je vhodné využít jak pokusu č. 1, tak pokusu č. 2. Ani jeden pokus není nijak náročný na přípravu a nemělo by se stát, že by pokus proběhl jinak, než je popsáno. Pokus č. 1 si mohou žáci znovu ověřit sami doma, podle návodu, který se dozví ve škole. Ukážeme-li žákům tyto pokusy, pochopí základní principy Pascalova zákona a působení tlaku v kapalinách, což je nutné pro další návaznost.

4.2. HYDRAULICKÁ ZAŘÍZENÍ

Pokus č. 3

Zařazení ve vyučovací hodině: při výkladu užití Pascalova zákona v praxi

Pomůcky: dvě spojené válcové nádoby s různými průměry a tím i průřezy, ve který se pohybují písty, kapalina - voda, obvykle olej, (obr. 4)

Postup: U tohoto pokusu je vhodné aplikovat ho přímo na příkladu. Dejme tomu, že malý píst má obsah průřezu 10 cm^2 a velký 40 cm^2 . Malý píst působí směrem dolů na olej tlakovou silou 100 N .

Výsledek a průběh pokusu: V oleji tím vznikne tlak

$$p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{100 \text{ N}}{0,001 \text{ m}^2} = 100\,000 \text{ Pa}$$

. Podle Pascalova zákona tento tlak je všude v kapalině. Tedy také pod velkým pístem. Na velký píst bude proto působit

$$\text{směrem nahoru tlaková síla } F_2 = p \cdot S_2 = 100\,000 \text{ Pa} \cdot 0,004 \text{ m}^2 = 400 \text{ N} .$$

Všimneme si, že na velký píst, který měl 4krát větší průřez než malý píst, působila i 4krát větší síla než pod malým pístem. Žáci si mohou sestavit tabulku pro jiný příklad.

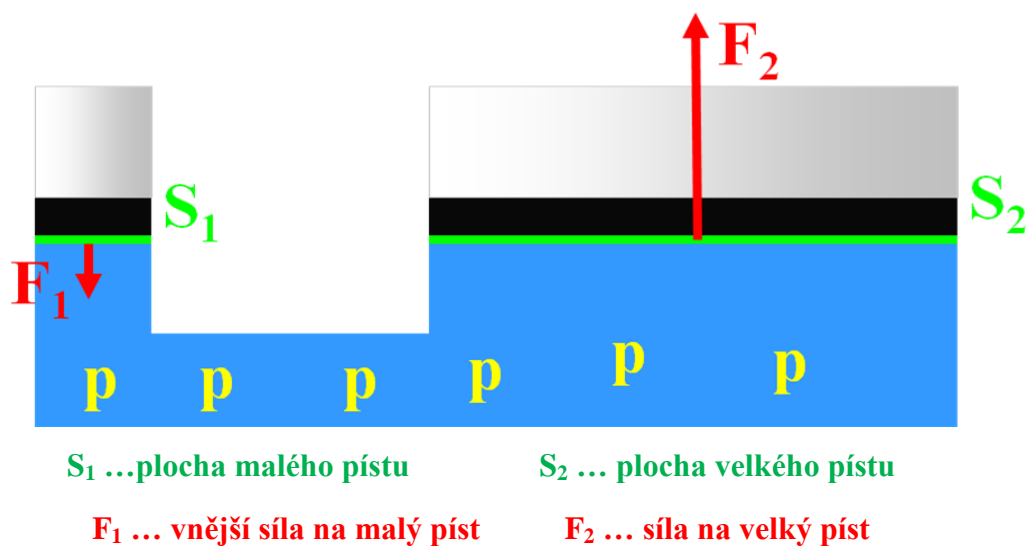
	plošný obsah pístu v cm^2	tlaková síla v N
MALÝ PÍST	5	100
VELKÝ PÍST	25	500

- zadané údaje, • údaj, který se má dopočítat

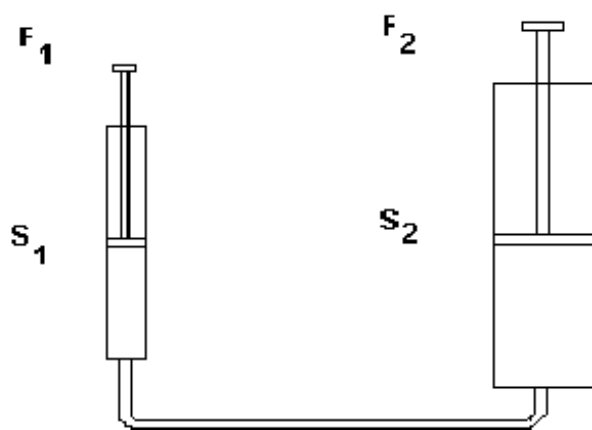
Vykládaná látka: Pascalův zákon se v praxi velmi často využívá. Hlavně v tzv. hydraulických zařízeních. Základem všech těchto zařízení je hydraulický lis. Kolikrát bude obsah průřezu velkého pístu větší než malého pístu, tolikrát větší bude síla působící na velký píst než síla pod malým pístem. Z toho vyplývá

$$\text{vztah } \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} . \text{ Tak je možné zvedat pomocí malé síly velmi těžká tělesa,}$$

umístěná na ploše pístu o velkém obsahu. Na principu hydraulického zařízení pracují hydraulické zvedáky, hydraulické lis, hydraulické brzdy automobilů. Tento pokus můžeme provést i s injekčními stříkačkami různých průměrů (obr. 5).⁴



Obrázek 4 – Podstata hydraulického lisu (Pascalův zákon)



Obrázek 5 – Podstata hydraulického lisu s injekčními stříkačkami

⁴ http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_03/03_06_Dirlbeck.html (obr. 5)

Shrnutí ke kapitole 4.2.

Tento pokus by měl být nezbytnou součástí hodiny, ve které se probírá princip hydraulického zařízení a jeho využití. U této látky si ověříme, zda žáci pochopili předchozí látku, což byl Pascalův zákon. Chtějí-li si žáci zkusit pokus ještě jednou doma, stačí si pořídit dvě injekční stříkačky různého průměru a gumovou hadičku na propojení. Je to velice jednoduchý pokus, který nelze splést.

4.3. ÚČINKY GRAVITAČNÍ SÍLY ZEMĚ NA KAPALINU

Pokus č. 4

Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění působení gravitační síly na kapalinu

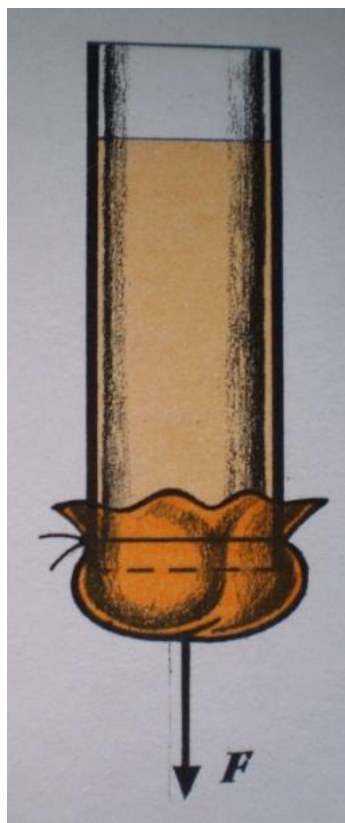
Pomůcky: skleněný válec, gumová blána nebo igelitový sáček, provázek nebo gumička

Postup: Na jeden konec skleněného válce připevníme tenkou gumovou blánu a lijeme do válce vodu (obr. 6).

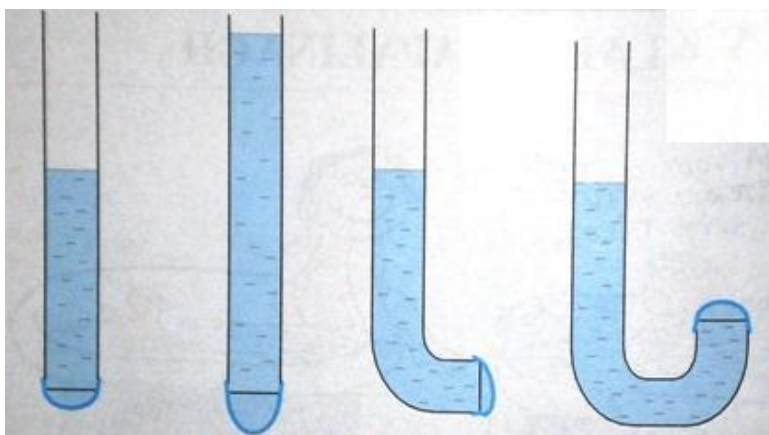
Výsledek a průběh pokusu: Lijeme-li do válce vodu, blána se prohýbá směrem ven, protože na ni působí tlaková síla. Doléváme-li do válce vodu, bude se zvětšovat výška sloupce vody a prohnutí blány se bude zvětšovat. Dáme-li do válce místo vody kapalinu s větší hustotou, je prohnutí mnohem větší, než když byl ve válci stejně vysoký sloupec vody.

Vykládaná látka: Do této doby jsme uvažovali pouze působení vnější tlakové síly na kapalinu. Na kapalinu v gravitačním poli však působí také gravitační síla. Působí na ni jako na celek. Tlak v klidné kapalině, způsobený její vlastní tíhou, se nazývá hydrostatický tlak. Tlak na dno se zvětšuje s hloubkou kapaliny a navíc je tím větší, čím větší je hustota kapaliny.

Tento pokus můžeme provést i se skleněnými různě zahnutými trubicemi (obr. 7).



Obrázek 6 – Kapalina působí tlakovou silou na blánu



Obrázek 7 – Prohnutí blány na konci trubice

Pokus č. 5

Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění působení tlakové síly na stěny nádoby

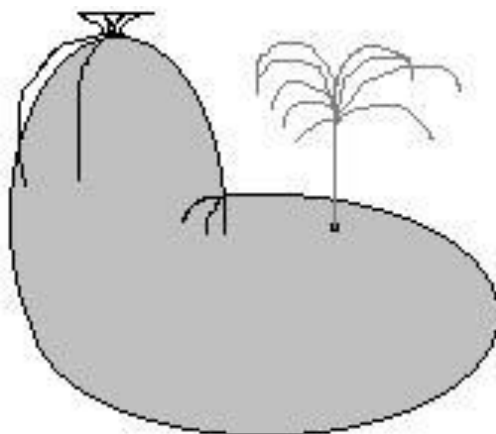
Pomůcky: igelitový sáček, provázek, kapalina (voda)

Postup: Do igelitového sáčku nalijeme vodu a sáček uzavřeme. Propíchneme v něm malý otvor (obr. 8).⁵

Výsledek a průběh pokusu: Po propíchnutí sáčku zjistíme, že voda z něho vytéká vždy kolmo k plošce otvoru, i když se tvar sáčku mění.

Vykládaná látka: Paprsek vytékající vody naznačuje, že tlaková síla kapaliny, vyvolaná gravitační silou, působí vždy kolmo ke stěně nádoby.

Tento pokus si mohou žáci zkusit i doma.



Obrázek 8 – Tlaková síla kapaliny v nádobě působí kolmo ke stěnám nádoby

Shrnutí kapitoly 4.3.

Pokus č. 5 je možné připravit tak, aby ho mohla provádět celá třída. Na každou lavici připravíme ták na odtékanou vodu a žáci mají za úkol si přinést igelitový sáček a provázek. Každý si naplní sáček vodou a pak ho propíchnou kružítkem. Se sáčkem mohou manipulovat, jak chtějí, ale vždy si ověří, že pramen vytéká kolmo na sáček. Jednoduchý a výstižný pokus, který je i zábavou pro žáky.

⁵ <http://amper.ped.muni.cz/~xstibor/pokusy/IMG/cislo527.jpg> (obrázek 8)

4.4. HYDROSTATICKÝ TLAK

Pokus č. 6

Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění tlaku v kapalině

Pomůcky: skleněný válec, skleněná trubice spojená s balónkem naplněným obarvenou vodou, voda

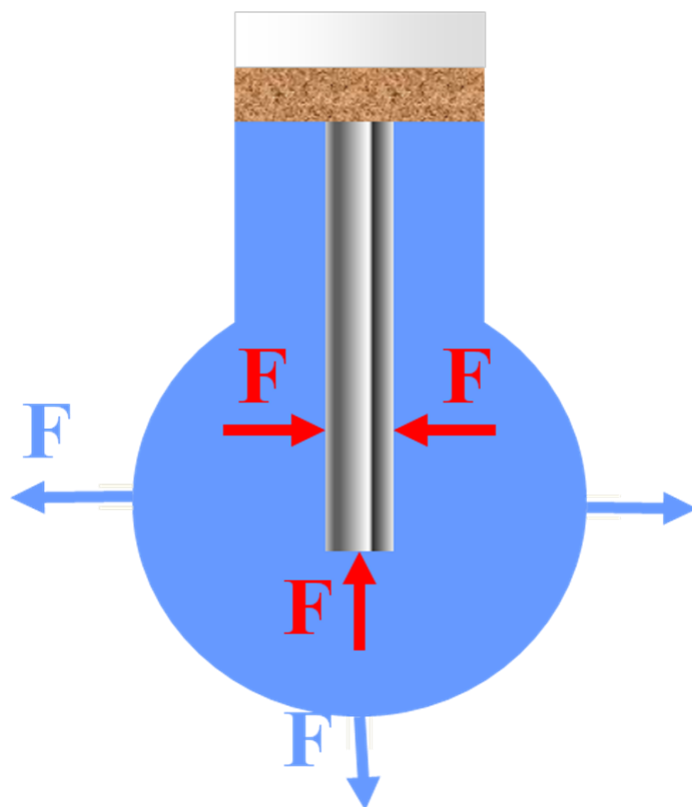
Postup: Ponoříme do nádoby s vodou skleněnou trubici spojenou s balónkem naplněným obarvenou vodou (obr. 9).

Výsledek a průběh pokusu: Obarvená voda v trubici vystoupí právě k hladině.

Vykládaná látka: To dokazuje, že i uvnitř kapaliny je tlak. Je stejně veliký jako tlak způsobený sloupцем obarvené vody. Tlakové síly působící na plochu uvnitř kapaliny se navzájem ruší (obr. 10). Účinek se projeví jen tehdy, může-li tlaková síla působit jednostranně, např. na dno, na stěny a vzhůru.



Obrázek 9 – Působení tlaku uvnitř kapaliny



Obrázek 10 – Tlakové síly působící na plochu uvnitř kapaliny

Pokus č. 7

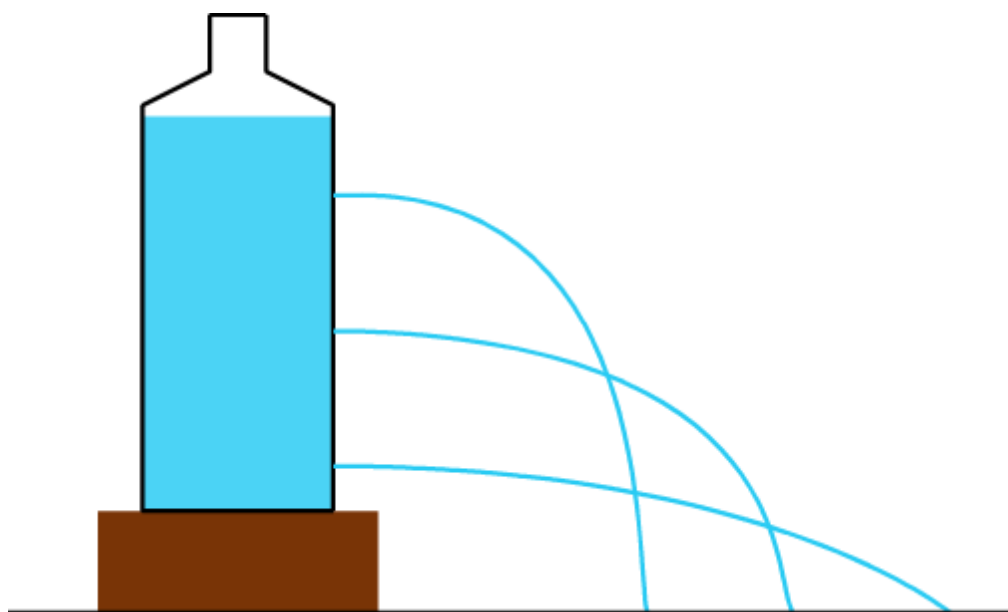
Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění hydrostatického tlaku v kapalině

Pomůcky: skleněný válec s otvory, voda

Postup: Nalijeme vodu do válce, v jehož stěně jsou v různých výškách nad sebou otvory (obr. 11).⁶

Výsledek a průběh pokusu: Z otvorů začne vytékat voda kolmo ke stěnám nádoby, a to tím prudčeji, čím vyšší je sloupec vody nad otvorem. Je-li nádoba plná, vytéká voda všemi otvory současně.

Vykládaná látka: Nejdále od nádoby dopadá voda z nejnižšího otvoru, znamená to, že vytéká pod největším tlakem, naopak voda vytékající z horního otvoru vytéká nejpomaleji, tzn. pod nejmenším tlakem.



Obrázek 11 – Hydrostatický tlak v závislosti na hloubce kapaliny

⁶ http://www.zscholtice.cz/svs/lacko/fyzika_7roc/obrazky/lahev.png (obrázek 11)

Žákům lze tento pokus ukázat na animaci. Nejprve nádobu s jedním otvorem, pro pochopení principu a později nádobu s více otvory, pro porovnání závislosti na výšce sloupce vody. Obrázky animací jsou v příloze číslo 2 (nádobu s jedním otvorem), příloze číslo 3 (nádobu s více otvory).

Žáci si tento pokus mohou zkusit i doma s použitím plastové láhve (obr. 12).⁷



Obrázek 12 – Hydrostatický tlak v závislosti na hloubce kapaliny s využitím plastové láhve

⁷ http://www.fyzikavpokusech.info/wp-content/uploads/2008/04/pokus_1_2.jpg (obr. 12)

Pokus č. 8

Zařazení ve vyučovací hodině: při výkladu působení hydrostatické tlakové síly uvnitř kapaliny

Pomůcky: skleněný válec, voda, trubice, destička na provázku místo dna – ze soupravy Ariane (obr. 13) ⁸

Postup: Destičku nejprve přiložíme k trubici a pustíme ji. Později destičku přiložíme k trubici a ponoříme ji do vody. Pak naléváme do trubice vodu (obr. 14). ⁹

Výsledek a průběh pokusu: Zjistíme, že destička ve vzduchu odpadne. Je-li trubice ponořená, dno se k ní přitiskne. Při nalévání vody se dno odtrhne teprve tehdy, když výška sloupce kapaliny dosáhne téměř stejné výše jako vně trubice.

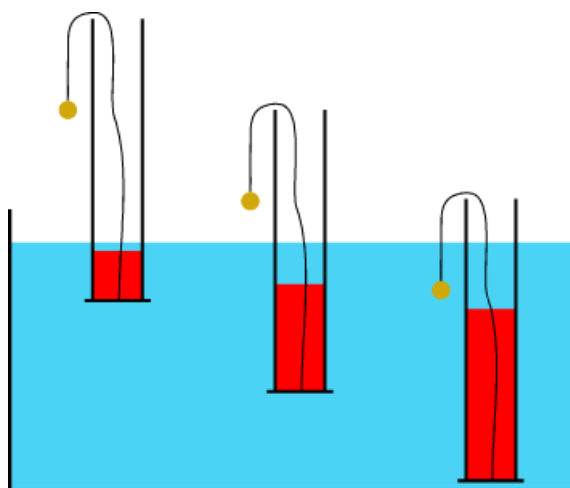
Vykládaná látka: Kapalina působí svisle vzhůru na plochu destičky tlakovou silou (silou kolmou k ploše destičky). Klidná kapalina v nádobě, umístěná v gravitačním poli, působí na každou plochu uvnitř kapaliny tlakovou silou. Na klidnou kapalinu ve válci bude působit gravitační síla. Tato síla se bude rovnat tlakové síle F kapaliny na dno: $F = m \cdot g$. Hmotnost kapaliny můžeme ovšem vyjádřit jako $m = V \cdot \rho$, kde V je objem kapaliny a ρ její hustota. Objem kapaliny ve válci bude: $V = S \cdot h$, kde S je obsah plochy dna válce a h výška sloupce kapaliny. Dosadíme-li do vztahu $F = m \cdot g$ vztah pro hmotnost $m = S \cdot h \cdot \rho$, získáme pro hydrostatickou tlakovou sílu vztah: $F_h = S \cdot h \cdot \rho \cdot g$. Tento vztah neplatí jen pro případ válce. Umožňuje obecně určit tlakovou sílu, jíž kapalina o hustotě ρ v hloubce h působí v gravitačním poli na rovinnou plochu o obsahu S .

⁸ <http://www.ariane-schola.cz/shared/photos/10013-200px.jpg> (obrázek 13)

⁹ http://www.zscholtice.cz/svs/lacko/fyzika_7roc/obrazky/vana.png (obrázek 14)



Obrázek 13 – pomůcka ze soupravy Ariane na provedení pokusu působení hydrostatické tlakové síly



Obrázek 14 – Tlaková síla působící uvnitř kapaliny

Pokus č. 9

Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění hydrostatického tlaku v kapalině

Pomůcky: skleněná nádoba s otvorem dole na stěně, píst s otvorem, nálevka (trychtýř) s pružnou gumovou blánou

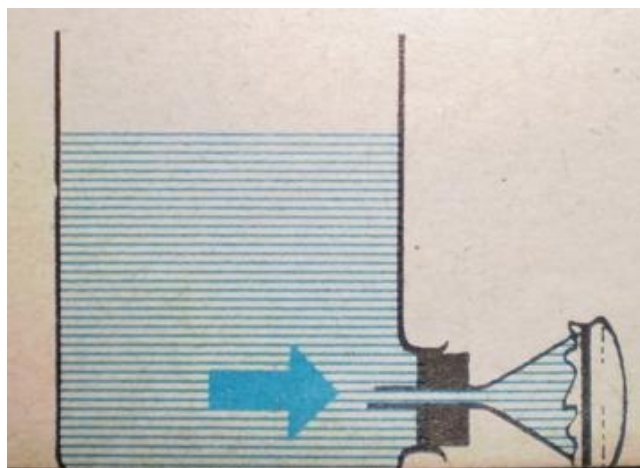
Postup: Upevníme nálevku opatřenou pružnou gumovou blánou do otvoru ve stěně nádoby. Lijeme do nádoby vodu (obr. 15).

Výsledek a průběh pokusu: Blána se prohne.

Vykládaná látka: Působí-li v kapalině tlaková síla, musí v ní vyvolávat tlak, neboť příčinou tlaku je síla působící na plochu. Tlak způsobený tlakovou silou, vyvolanou v kapalině gravitačním polem, nazýváme hydrostatickým tlakem. Hydrostatický tlak je roven podílu tlakové síly v kapalině, vyvolané

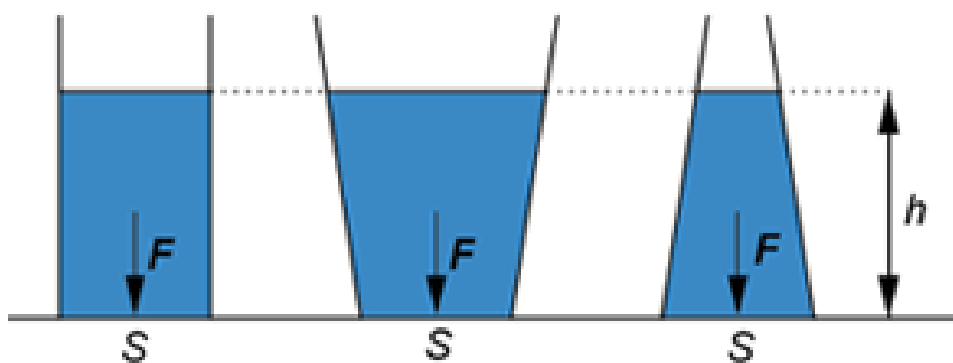
gravitačním polem, a odpovídajícího obsahu plochy: $p_h = \frac{F}{S}$. Tlaková síla má

velikost $F = S \cdot h \cdot \rho \cdot g$. Potom tedy $p_h = \frac{S \cdot h \cdot \rho \cdot g}{S}$. Protože v čitateli je součin veličin, můžeme obsah S v čitateli a jmenovateli vykrátit a dostaneme $p_h = h \cdot \rho \cdot g$. Hydrostatický tlak závisí na hloubce kapaliny, na její hustotě a gravitačním poli, v němž se kapalina nachází (obr. 16).¹⁰ Čím větší je hloubka kapaliny a čím větší je její hustota, tím větší je hydrostatický tlak.



Obrázek 15 – Působení tlakové síly a hydrostatického tlaku

¹⁰ http://www.techmania.cz/edutorium/data/fil_0947.gif (obrázek 15)



Obrázek 16 – Hydrostatický tlak závisí na hloubce kapaliny

Místo pokusů na hydrostatický tlak a hydrostatickou tlakovou sílu můžeme využít opět animace. Závislost hydrostatického tlaku na hloubce je v příloze číslo 4 a působení hydrostatické tlakové síly na dno trubičky je zobrazeno v příloze číslo 5.

Pokus č. 10

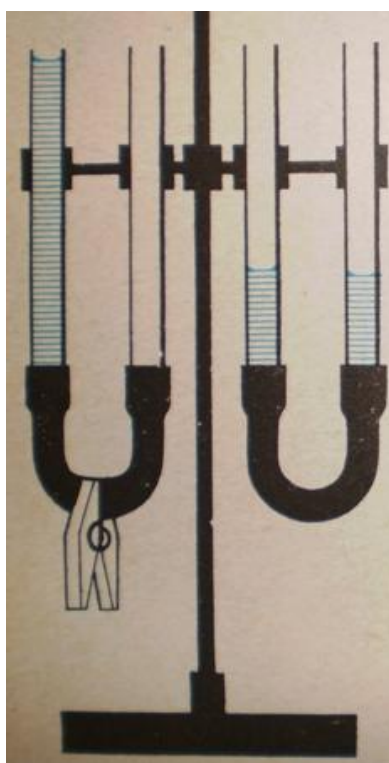
Zařazení ve vyučovací hodině: při výkladu látky spojených nádob

Pomůcky: dva skleněné válce, gumová hadička, kolíček (tlačka)

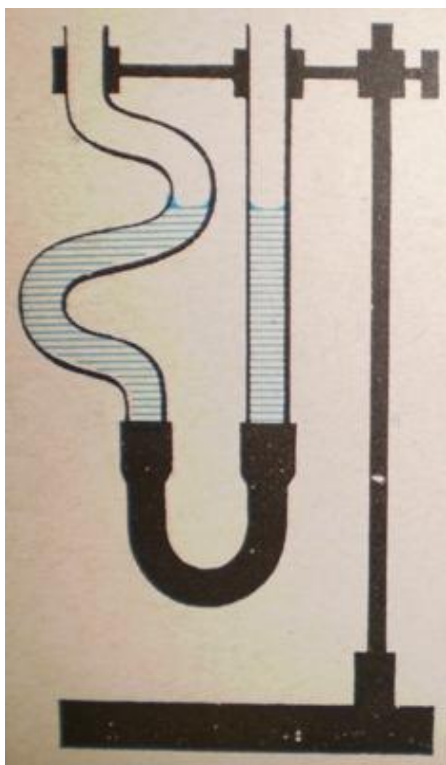
Postup: Spojíme dva skleněné válce gumovou hadičkou, kterou uprostřed sevřeme tlačkou. Nalijeme do jednoho válce vodu a poté uvolníme tlačku.

Výsledek a průběh pokusu: Po nalití vody do jednoho válce bude v místě tlačky působit tlaková síla. Po uvolnění tlačky začne voda proudit do druhého válce. Voda proudí tak dlouho, dokud volné hladiny v obou válcích nejsou ve stejné vodorovné rovině (obr. 17).

Vykládaná látka: Proudění kapaliny je způsobeno rozdílem tlaků v kapalině. Po vyrovnaní hladin jsou tlaky ve spojovací trubici na obou stranách stejně velké. Snižujeme-li nebo skláníme-li jedno rameno, ustálí se kapaliny v obou válcích tak, že jejich hladiny jsou v jedné vodorovné rovině. Hladiny se ustálí v jedné rovině i při různých tvarech nebo průřezích ramen (obr. 18).



Obrázek 17 – Spojené nádoby s rovnými rameny



Obrázek 18 – Spojené nádoby s různými tvary ramen

Pokus č. 11

Zařazení ve vyučovací hodině: při výkladu látky spojených nádob

Pomůcky: spojené nádoby s různými svislými rameny, spojené nádoby se svislými a šikmými rameny

Postup: Spojené nádoby jsou nádoby vzájemně propojené tak, že kapalina se může dostat do všech nádob. Jednotlivým nádobám říkáme ramena. Nalijeme do jednoho ramene vodu a pozorujeme (obr. 19) ¹¹, pak spojené nádoby nahýbáme různými směry (obr. 20). ¹²

Výsledek a průběh pokusu: Ve spojených nádobách se hladina kapaliny o stálé hustotě ustálí ve všech ramenech v téže vodorovné rovině. A to bez ohledu na to, zda ramena jsou svislá, šikmá nebo mají různý tvar či průřez.

Vykládaná látka: Existence hydrostatického tlaku v kapalinách je využívána ve spojených nádobách. Kapalina teče z jednoho ramene do druhého tak dlouho, dokud se tlaky ve všech ramenech nevyrovnají. Protože jde o tutéž kapalinu, musí v nich vystoupit do téže výšky. Spojené nádoby nalézají v praxi mnoho využití.



Obrázek 19 – Spojené nádoby

¹¹ http://www.zscholtice.cz/svs/lacko/fyzika_7roc/obrazky/nadoby2.jpg (obrázek 20)

¹² <http://www.dortun.sk/upload/product/70216.jpg> (obrázek 19)



Obrázek 20 – Nahnuté spojené nádoby

Pokus č. 12

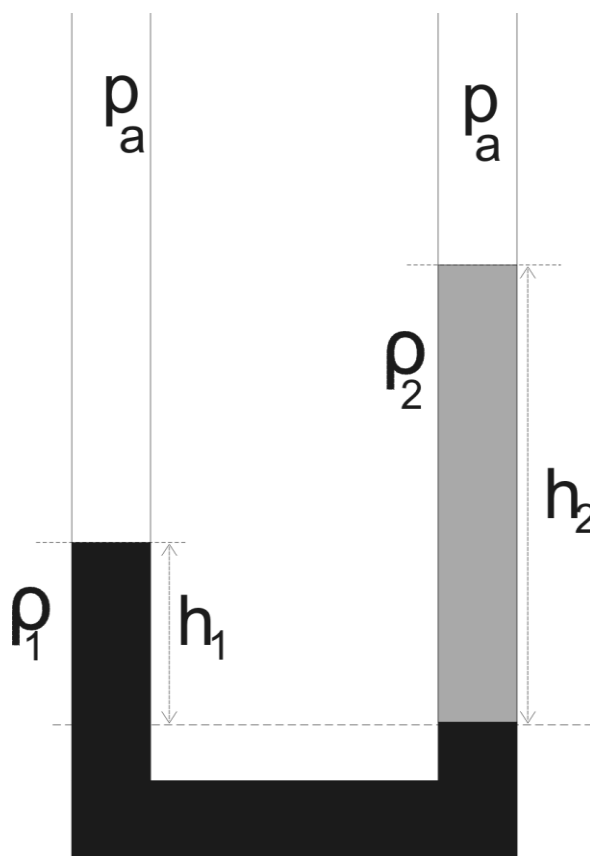
Zařazení ve vyučovací hodině: při výkladu látky spojených nádob

Pomůcky: spojené nádoby (dvě ramena), kapaliny (voda, olej)

Postup: Naplníme spojené nádoby dvěma různými kapalinami, které se nemísí a které mají různou hustotu (např. voda a olej). Nalijeme nejprve kapalinu o větší hustotě a do jednoho ramena přidáme kapalinu o menší hustotě (obr. 21).¹³

Výsledek a průběh pokusu: Po ustálení je hladina kapaliny s menší hustotou výše než hladina kapaliny s větší hustotou.

Vykládaná látka: Protože kapaliny neproudí, usuzujeme, že ve spojovací trubici je u společného rozhraní kapalin stejný tlak z obou stran.



Obrázek 21 – Spojené nádoby s kapalinami o různých hustotách

¹³ http://physedu.science.upjs.sk/kvapaliny/spojnad_soubory/Unadoba.gif (obrázek 21)

Pokus č. 13

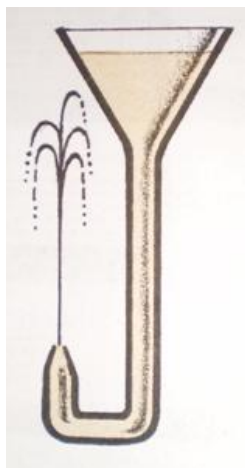
Zařazení ve vyučovací hodině: při výkladu užití spojených nádob

Pomůcky: trychtýř se zahnutým spodním koncem, kapalina (voda)

Postup: Do trychtýře naléváme vodu.

Výsledek a průběh pokusu: Z kratšího ramena vystřikuje voda téměř do výše hladiny v delším ramenu. Nevystříkne tak vysoko proto, že tomu brání zejména odpor vzduchu (obr 22).

Vykládaná látka: Spojené nádoby nalézají v praxi mnohá využití. Spojenými nádobami jsou nejen čajová konvice (obr. 23) nebo konvice na zalévání (obr. 24), ale i vodovodní systém, kde se voda rozvádí z nádrže vodojemu ke spotřebitelům. Principu spojených nádob se využívá i v sifonu kuchyňské výlevky a u splachovacího zařízení, kde se zamezuje pronikání plynů z kanalizačního potrubí. Spojené nádoby tvoří též základ plavebních komor neboli zdymadel. Stavějí se u jezů a přehrad, aby lodě mohly plout po celé délce řeky. Plavební komory jsou vlastně nádrže oddělené od řeky. S řekou je spojuje potrubí, jímž se do nich vody připouští a z nich vypouští (obr. 25). Důležitou součástí parních kotlů, různých zásobníků a nádrží na vodu, naftu, benzín apod. je vodoznak. Je to skleněná trubička, která tvoří s uzavřenou nádrží spojené nádoby, a tím umožňuje kontrolovat výši kapaliny v nádrži.



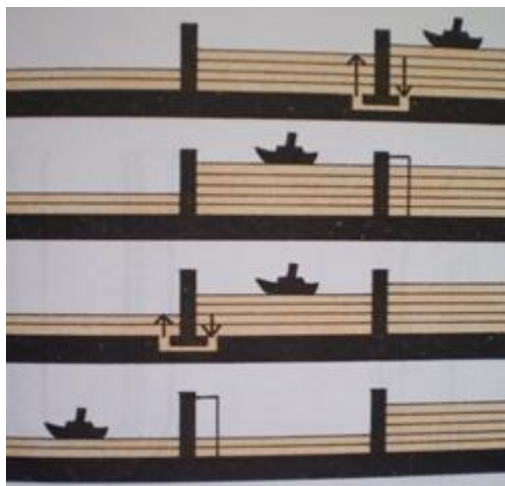
Obrázek 22 – Princip vodotrysku



Obrázek 23 – Čajová konvice jako spojené nádoby



Obrázek 24 – Kropící konev jako spojené nádoby



Obrázek 25 – Plavební komory jako spojené nádoby

Shrnutí ke kapitole 4.4.

K výkladu hydrostatického tlaku a spojených nádob máme na výběr veliký počet pokusů. Není nutné využít všechny, ale je-li dostatek času, tak je dobré zapojit jich do výuky co nejvíce. Na pokusech žáci nejlépe pochopí vykládanou látku a hodiny s pokusy budou rozhodně zajímavější než se samotným výkladem. Pokusy č.6 a č.9 jsou čerpány ze starší učebnice, tak je možné, že ve škole na ně nebudou potřebné pomůcky. Je možné je vynechat nebo pomůcky nahradit jednoduššími. Pokus č. 7 je opět možné provést s celou třídou hromadně. Všichni si přinesou plastovou láhev. Na každou lavici připravíme tál na odtékanou vodu. Žáci propíchnou v různých výškách plastovou láhev a pozorují, jak voda vytéká, pak jim můžeme pustit animaci a oni vidí, že je to to samé.

4.5. VZTLAKOVÁ SÍLA PŮSOBÍCÍ NA TĚLESO V KAPALINĚ

Pokus č. 14

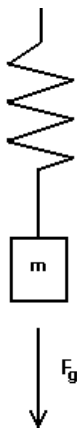
Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění vztlakové síly

Pomůcky: siloměr, závaží, nádoba, kapalina (voda)

Postup: Těleso zavěsíme na siloměr. Pak těleso zavěšené na siloměru ponoříme do vody.

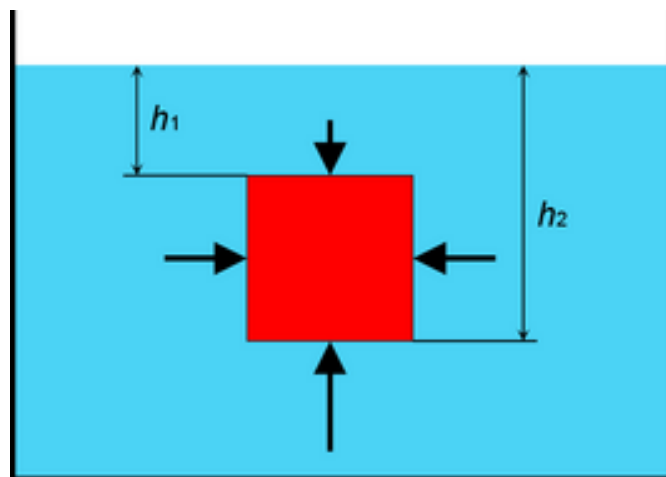
Výsledek a průběh pokusu: Na těleso zavěšené na siloměru působí gravitační síla F_g svisle dolů (obr. 26). Těleso ponořené ve vodě je nadlehčováno.

Vykládaná látka: Na těleso ve vzduchu působí pouze gravitační síla. Ponoříme-li do vody krychli, působí na ni tlakové síly (obr. 27).¹⁴ Na protilehlé boční stěny působí stejně velké tlakové síly opačně orientované, proto se jejich účinek na krychli ruší. Na horní stěnu krychle působí svisle dolů tlaková síla $F_1 = S \cdot h_1 \cdot \rho \cdot g$ způsobená tlakem kapaliny o hloubce h_1 . Na spodní podstavu krychle působí opačně orientovaná síla $F_2 = S \cdot h_2 \cdot \rho \cdot g$. Složením sil F_1 a F_2 dostáváme výslednici $F_{vz} = F_2 - F_1$ orientovanou vzhůru. Tato výslednice je vztlaková síla působící na ponořené těleso (obr. 28).

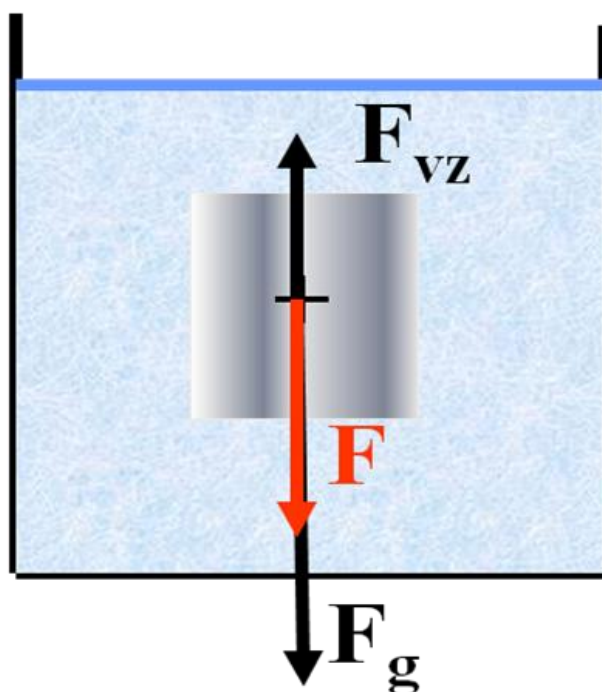


Obrázek 26 – Těleso zavěšené na siloměru

¹⁴ http://www.zscholtice.cz/svs/lacko/fyzika_7roc/obrazky/vztlak.png (obrázek 27)



Obrázek 27 – Podstata vzniku vztlačové síly



Obrázek 28 – Vztlačová síla působí na těleso ponořené v kapalině, výsledná síla působí dolů

Pokus č. 15

Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění vztlakové síly

Pomůcky: siloměr, železný váleček, plastový váleček, váleček, krychle, koule

Postup: Na siloměr zavěsíme železný váleček a úplně ho ponoříme do vody. Potom totéž opakujeme s válečkem z plastu, který má stejné rozměry. Porovnáváme síly. Na siloměr zavěsíme váleček a ponoříme ho do vody. Totéž opakujeme s krychlí a koulí, ale vždy stejného objemu (obr. 29).¹⁵

Výsledek a průběh pokusu: U válečků z železa a z plastu byly válečky ve vodě nadlehčovány stejně velkou silou. U těles stejného objemu byly vztlakové síly také v rovnováze.

Vykládaná látka: Velikost vztlakové síly nezávisí na látce, z níž je těleso. Velikost vztlakové síly nezávisí na tvaru tělesa.



Obrázek 29 – Pomůcky potřebné k pokusu od Ariane

Shrnutí ke kapitole 4.5.

Pokusy na vztlakovou sílu bychom neměli zanedbat. Aby žáci chápali smysl vzorce, musí pochopit, na čem je vztlaková síla závislá, co její velikost vůbec neovlivní, a kterým směrem působí.

¹⁵ <http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/rozsirene/Trna/Trna.html> (obr. 29)

4.6. ARCHIMÉDŮV ZÁKON

Pokus č. 16

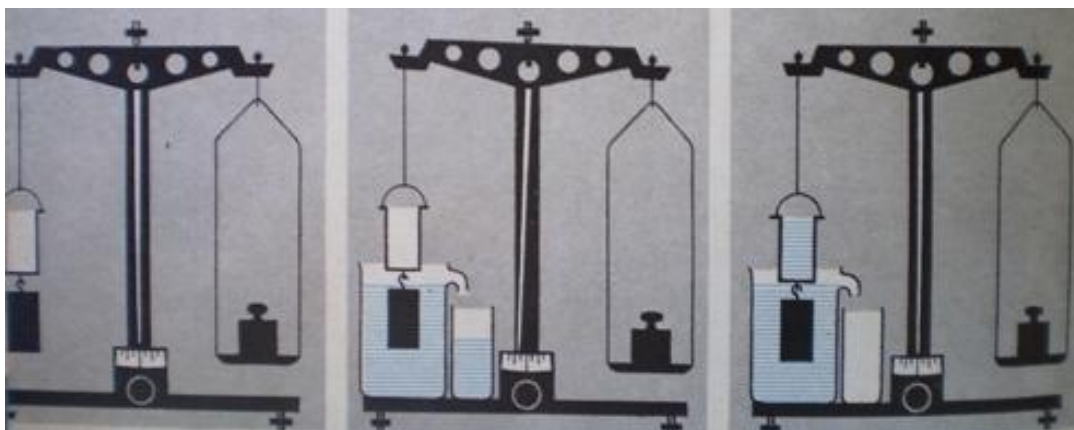
Zařazení ve vyučovací hodině: při výkladu Archimédova zákona

Pomůcky: dvouramenné laboratorní váhy se závažími, dutý válec, plný válec, kádinka s odtokem, kapalina (voda), malá sklenka

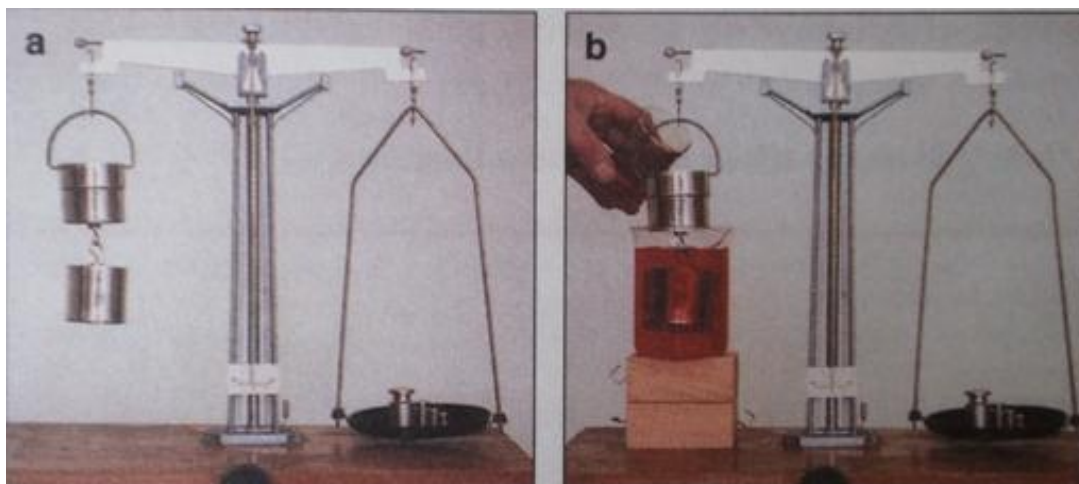
Postup: Na jedno rameno vah připevníme dutý válec, pod něj válec plný a na druhém ramenu vyvážíme. Dutina válce má stejný objem jako válec plný. Kromě toho si připravíme kádinku s vodou, která právě dosahuje k odtokové trubičce. Ponoříme plný válec zcela do kádinky s vodou, část vody vyteče do menší sklenky. Přelijeme vodu ze sklenky do dutého válce (obr. 30, obr. 31).

Výsledek a průběh pokusu: Ponoříme-li plný válec zcela do kádinky s vodou, vyteče část vody z kádinky do přistavené menší sklenky. Současně se poruší rovnováha a rameno vahadla na straně závaží klesne. Přelijeme-li vytlačenou vodu ze sklenky do dutého válce, válec se zcela zaplní vodou a na vahách se obnoví rovnováha.

Vykládaná látka: Vztlková síla se rovná tíze vytlačené vody. Vytlačená voda má týž objem, jako je objem ponořeného tělesa. Tento poznatek vyjadřuje Archimédův zákon: Těleso zcela ponořené do kapaliny je nadlehčováno silou, která se rovná tíze kapaliny téhož objemu, jako je objem tělesa.



Obrázek 30 Archimédův zákon



Obrázek 31 – Archimédův zákon

Pokus č. 17

Zařazení ve vyučovací hodině: při výkladu Archimédova zákona

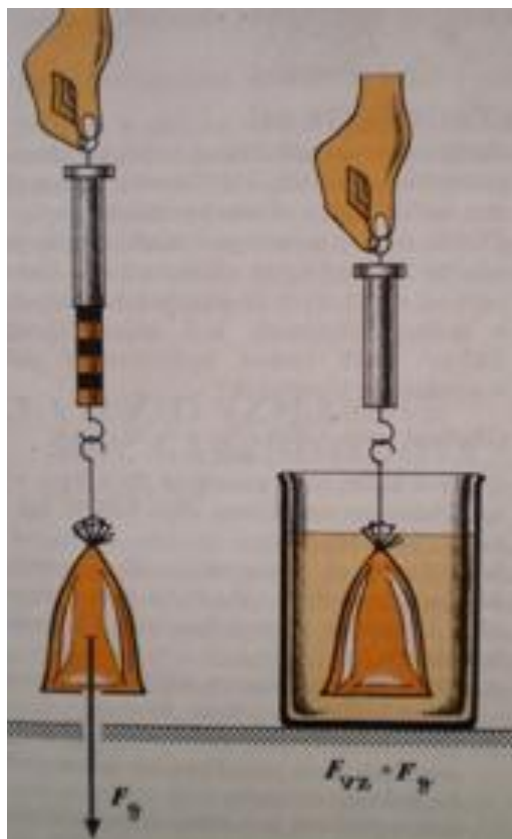
Pomůcky: igelitový sáček, provázek, kapalina (voda), siloměr, kádinka

Postup: Igelitový sáček s vodou zavázaný tak, aby v něm nebyl vzduch, pověsíme na siloměr. Pak sáček pověšený na siloměru ponořujeme do vody v nádobě (obr. 32).

Výsledek a průběh pokusu: Při pověšení sáčku na siloměru zjistíme velikost gravitační síly F_g působící na sáček s vodou. Při ponořování sáčku do vody v nádobě siloměr ukazuje stále menší výslednou sílu F . Až po ponoření celého sáčku zjistíme, že $F = 0$, tedy $F_g = F_{vz}$. Voda vytlačená z prostoru, kam byl ponořen naplněný sáček, má ovšem stejný objem, jako je objem naplněného sáčku. Zvážením vytlačené vody zjistíme, že na ni působí stejná gravitační síla jako na sáček s vodou.

Vykládaná látka: Archimédův zákon: Gravitační síla působící na kapalinu vytlačenou tělesem a vztlková síla působící na těleso jsou si co do velikosti rovny. Gravitační síla působící na vytlačenou kapalinu je $F_g = m \cdot g$, kde m je hmotnost kapaliny. Dále platí $m = V_t \cdot \rho_k$, kde V_t je objem vytlačené kapaliny, a tím i objem ponořené části tělesa, ρ_k je hustota kapaliny. Dostaneme tak vztah $F_g = V_t \cdot \rho_k \cdot g$. Protože $F_g = F_{vz}$, platí $F_{vz} = V_t \cdot \rho_k \cdot g$. Velikost vztlkové síly působící na těleso v klidné kapalině závisí na objemu ponořené části tělesa, na hustotě kapaliny a na gravitačním poli, v němž se kapalina nalézá.

Tento pokus můžeme žákům ukázat na animaci, která je v příloze číslo 6.



Obrázek 32 – K Archimédovu zákonu

Shrnutí ke kapitole 4.6.

Pokus č. 16 se provádí ve školách jen velmi zřídka. Málokterá škola má k dispozici soupravu pomůcek potřebných k tomuto pokusu. Je to velká škoda, protože právě na tomto pokusu žák nejlépe pochopí princip Archimédova zákona a na čem je vlastně závislá vztlaková síla. Proto uvádím pokus č. 17, který je zjednodušenou verzí pokusu č. 16. Opět tento pokus mohou žáci provádět samostatně. Rozdáme každému siloměr a žáci si přinesou igelitový sáček. Naplní sáček vodou a pozorují, jak velké na něj působí síly ve vzduchu a ve vodě. Zjistí, že nezáleží na tom, kolik je v sáčku vody. Je to velmi jednoduchý a rychlý pokus, ale přesto dostačující k výkladu Archimédova zákona.

4.7. POTÁPĚNÍ, PLOVÁNÍ A VZNÁŠENÍ STEJNORODÉHO TĚLESA V KAPALINĚ

Pokus č. 18

Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění chování stejnorodých těles v kapalině, porovnávání gravitační síly a vztahové síly

Pomůcky: korek, sáček naplněný vodou, ocelové závaží, akvárium, voda

Postup: Položíme na vodu postupně tři předměty (korek, sáček naplněný vodou, ocelové závaží) a pozorujeme jejich chování.

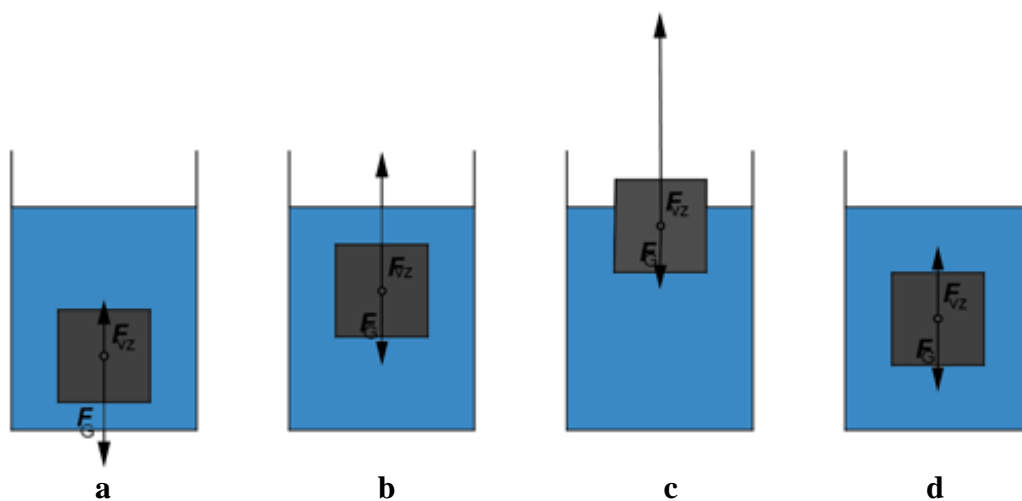
Výsledek a průběh pokusu: Korkový předmět plove na vodě, sáček naplněný vodou se vznáší a ocelové závaží klesne ke dnu.

Vykládaná látka: Těleso v kapalině plove, jestliže výslednice jeho tíhy a vztahové síly kapaliny směřuje vzhůru. Těleso se v kapalině vznáší, je-li výslednice jeho tíhy a vztahové síly kapaliny rovna nule. Těleso v kapalině klesá ke dnu, jestliže výslednice jeho tíhy a vztahové síly kapaliny směřuje dolů (obr. 33).¹⁶ Pro žáky je přehlednější si údaje zapsat do tabulky.

Tento pokus žákům můžeme předvést v animacích, které jsou v přílohách číslo 7 a 8. V jedné máme pevně danou hustotu kapaliny a měníme hustotu tělesa (příloha číslo 7). V druhé máme pevně danou hustotu tělesa a měníme hustotu kapaliny (příloha číslo 8).

$F_g < F_{vz}$	$\rho_t < \rho_k$	těleso plove
$F_g = F_{vz}$	$\rho_t = \rho_k$	těleso se vznáší
$F_g > F_{vz}$	$\rho_t > \rho_k$	těleso klesá ke dnu

¹⁶ http://www.techmania.cz/edutorium/data/fil_0965.gif (obrázek 33)



Obrázek 33 – Chování stejnorodého tělesa v kapalině

a – těleso klesá svisle ke nu (potápí se)

b – těleso stoupá svisle k hladině (plove)

c – těleso stoupá svisle k hladině (s větší vztlačovou silou)

d – těleso se vznáší

Pokus č. 19

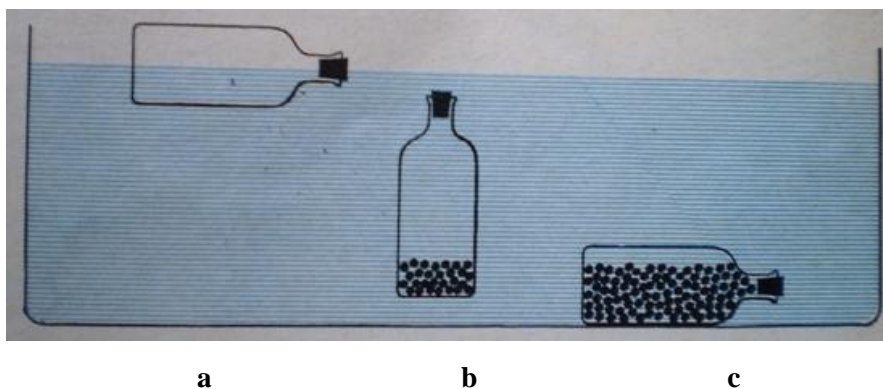
Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění chování stejnorodých těles v kapalině, porovnávání gravitační síla a vztlakové síly

Pomůcky: láhev s korkem, písek, akvárium, voda

Postup: Hodíme prázdnou zazátkovanou láhev do vody. Poté do ní nasypeme trochu písku a pokus opakujeme. Přisypáváme do láhve stále více písku. Nakonec láhev naplníme celou pískem (obr 34).

Výsledek a průběh pokusu: Prázdná zazátkovaná láhev se vynoří téměř celá a plove na vodě. Při nasypání písku láhev opět plove, ale je ponořena více. Přisypáváme-li dále do láhve písek, zvětšujeme tím její tíhu a vidíme, že zazátkovaná láhev se ponořuje stále více. Láhev se vznáší. Zvětšíme-li dále tíhu přidáním písku, láhev klesne ke dnu.

Vykládaná látka: Na tělesa v kapalině působí vztlaková síla proti tíze. Podle Archimédova zákona se vztlaková síla rovná tíze kapaliny stejného objemu, jako je objem tělesa. Podle velikosti tíhy tělesa a vztlakové síly mohou nastat tři případy. Těleso plove, je-li jeho tíha menší než tíha kapaliny stejného objemu jako je těleso. Těleso se vznáší, je-li jeho tíha rovna tíze kapaliny stejného objemu jako je těleso. Těleso se potápí, je-li jeho tíha větší než tíha kapaliny stejného objemu jako je těleso.



Obrázek 34 – Chování stejnorodého tělesa v kapalině

a – plování tělesa

b – vznášení tělesa

c – potápění tělesa

Pokus č. 20

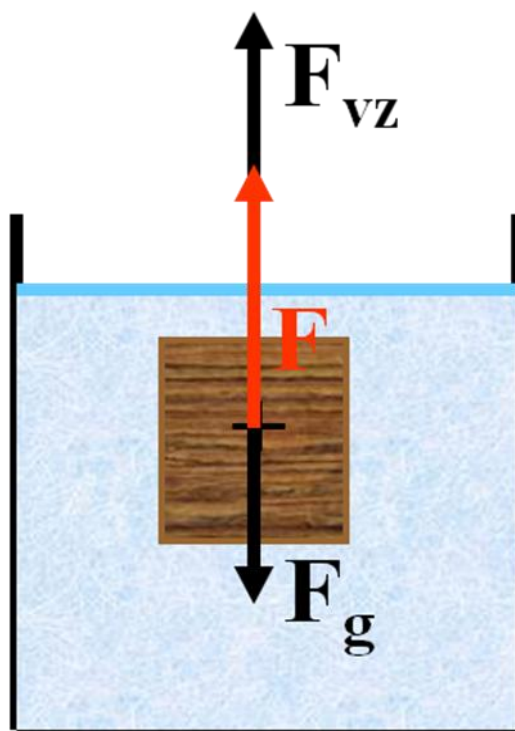
Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění chování stejnorodých těles v kapalině, porovnávání gravitační síla a vztlakové síly

Pomůcky: dřevěný hranolek, akvárium, voda

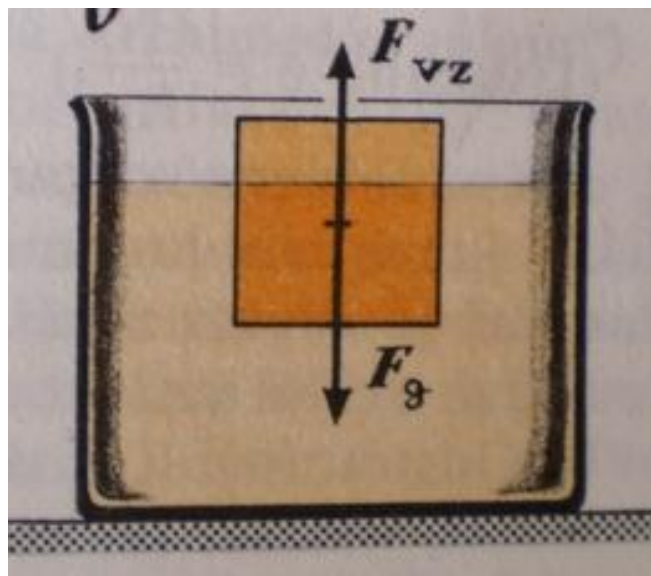
Postup: Ponoříme dřevěný hranolek pod hladinu vody a pak jej uvolníme.

Výsledek a průběh pokusu: Působením vztlakové síly stoupá hranolek k hladině a částečně se vynoří (obr. 35). Rovnováha nastane tehdy, když vztlaková síla se rovná tíze vody téhož objemu, jako je objem ponořené části tělesa (obr. 36).

Vykládaná látka: Tíha plovoucího tělesa je stejně velká jako tíha kapaliny, která má stejný objem jako ponořená část tělesa.



Obrázek 35 – Působení vztlakové síly na těleso ponořené v kapalině, výsledná síla působí směrem nahoru



Obrázek 36 – Výsledná síla působící na těleso ponořené v kapalině je nulová (těleso plove)

Shrnutí ke kapitole 4.7.

Na učební látku chování stejnorodých těles v kapalině je k výběru mnoho pokusů. Všechny jsou založené na stejném principu. Učitel si vybere ten, na který má k dispozici pomůcky. Aby se žáci také aktivně zapojili do hodiny, může jim vyučující zadat úkol, ať přinesou do školy předměty z různých materiálů. Žák položí svůj předmět na hladinu vody a bude pozorovat, co se s ním děje a zkusí ho zařadit do jedné ze tří skupin. U této látky by bylo vhodné zapojit případy z běžného života. Tuto látku lze pro žáky udělat zajímavou a dobře pochopitelnou.

4.8. POTÁPĚNÍ, PLOVÁNÍ A VZNÁŠENÍ NESTEJNORODÉHO TĚLESA V KAPALINĚ

Pokus č. 21

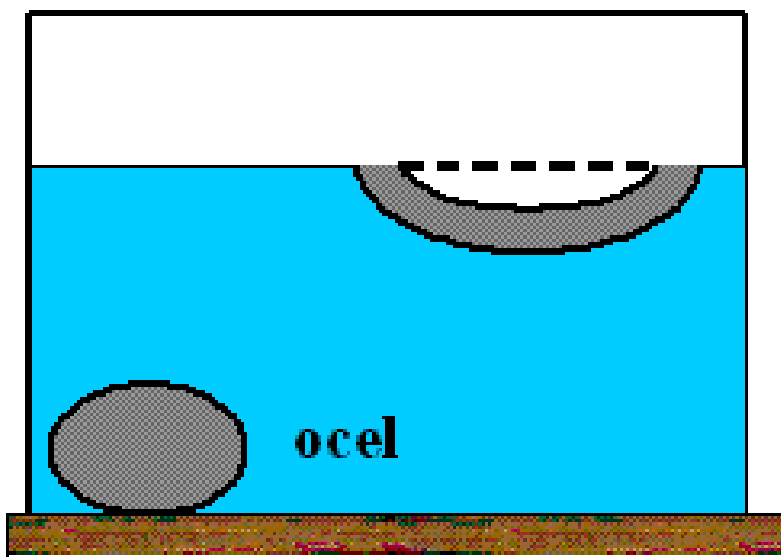
Zařazení ve vyučovací hodině: při vysvětlení užití Archimédova zákona

Pomůcky: tenký olověný plech

Postup: Položíme tenký olověný plech na vodní hladinu. Pak uděláme z plechu lodičku a opět ji položíme na vodní hladinu (obr. 37).¹⁷

Výsledek a průběh pokusu: Položíme-li tenký olověný plech na vodní hladinu, plech klesne ke dnu. Uděláme-li z plechu lodičku, loďka plove.

Vykládaná látka: Loďka není plně stejnorodé těleso, které by bylo celé z kovu. Z kovu je sice část loďky, ale uvnitř je dutina vyplněná jen vzduchem. Průměrná hustota loďky s dutinou vyplněnou vzduchem je menší než hustota vody. Proto loďka plove.



Obrázek 37 – Rozdíl mezi stejnorodým a nestejnorodým tělesem v kapalině

¹⁷

http://www.zslado.cz/vyuka_fyzika/e_kurz/7/vlastnostikapalin/vykl_soubory/nestejnorodateles_a.GIF (obrázek 37)

Pokus č. 22

Zařazení ve vyučovací hodině: při vysvětlení užití Archimédova zákona

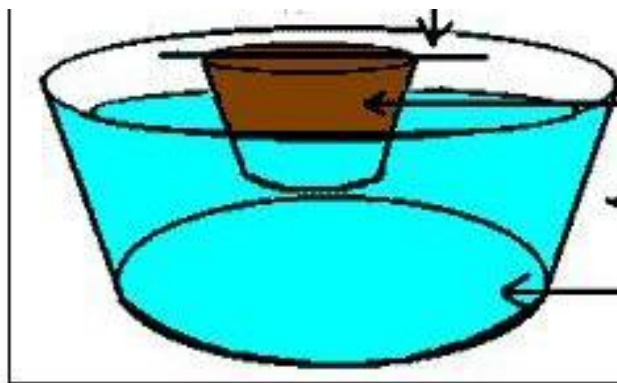
Pomůcky: hřebík, korková zátka

Postup: Hodíme do vody hřebík, pak ho zabodneme do korkové zátky a opět hodíme do vody.

Výsledek a průběh pokusu: Hodíme-li hřebík do vody, klesne ke dnu. Zabodneme-li ho do korkové zátky, plove s ní ve vodě (obr. 38).¹⁸

Vykládaná látka: Tělesa zhotovená z látky, jejíž hustota je větší než hustota kapaliny, na ní mohou plovat, uděláme-li je dutá nebo spojíme-li je s tělesy, která mají značně menší hustotu než kapalina. Takovým způsobem dosáhneme toho, že průměrná hustota plovoucího tělesa je menší než hustota kapaliny.

Využití: Záchranné vesty a záchranné kruhy jsou z korku, plastických hmot, nebo jsou naplněny vzduchem. Lodi jsou stavěny tak, aby tíha lodi se stroji a s užitečným zatížením byla rovna tíze vody stejného objemu, jako je objem ponořené části lodi. Na boku lodi je vyznačena tzv. ponorová značka, která udává možnost naložení lodí. Loď, která může plout na hladině i pod hladinou, se nazývá ponorka. Před ponořením se naplňují vodou komory umístěné po stranách ponorky. Tím se tíha ponorky zvětšuje. Při vynořování se voda z komor vytlačuje stlačeným vzduchem.



Obrázek 38 – Hřebík v korkové zátce (plování nestejnorodého tělesa)

¹⁸ <http://www.zdravi4u.cz/pages/Image/duse-psycho/telekineze/img62df3.jpg> (obrázek 38)

Pokus č. 23

Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění principu hustoměru

Pomůcky: zkumavka, zátka, broky, kapaliny (voda, líh, roztok modré skalice, benzín)

Postup: Dáme do zkumavky trochu broků a zazátkujeme ji. Pak ji ponořujeme postupně do různých kapalin.

Výsledek a průběh pokusu: Zjistíme, že plovoucí zkumavka se nejvíce ponoří v benzínu a nejméně v roztoku modré skalice.

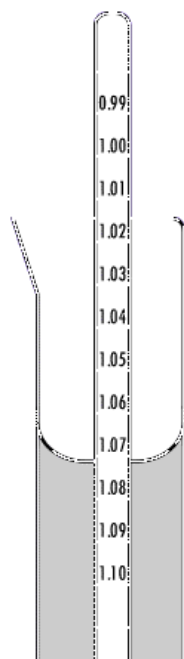
Vykládaná látka: Poznatku, že plovoucí těleso se v kapalině ponoří tím méně, čím větší je hustota kapaliny, se využívá při zjišťování hustoty kapalin hustoměrem. Hustoměr je skleněná trubice dole zatížená a na zúžené části opatřená stupnicí, která udává hustotu kapaliny přímo v $\frac{kg}{m^3}$ nebo $\frac{g}{cm^3}$ (obr. 39).¹⁹ Hustoměry pro kapaliny o větší hustotě než voda mají jednotkový údaj na stupnici nahoře, protože se v těchto kapalinách ponořují méně než ve vodě (obr. 40).²⁰ Hustoměry pro kapaliny o hustotě menší než voda mají jednotkovou hustotu na stupnici dole, protože se v těchto kapalinách ponoří hlouběji než ve vodě. Při měření musíme dbát, aby se hustoměr v kapalině nedotýkal dna (obrázek 41).



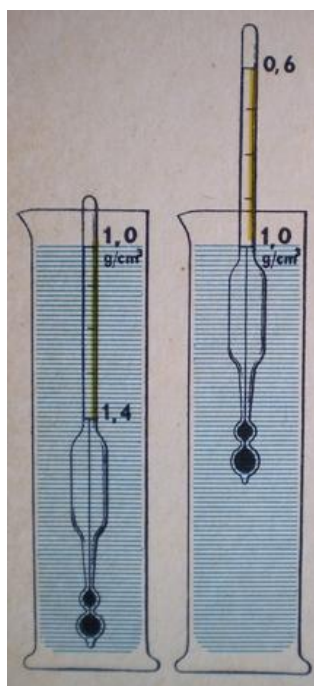
Obrázek 39 – Hustoměry v různém provedení

¹⁹ http://www.ssiindia.com/products/dairy_images/hydro_big.jpg (obrázek 39)

²⁰ <http://www.grapestompers.com/images/hydrometer-closeup.gif> (obrázek 40)



Obrázek 40 – Hustoměr pro kapaliny s větší hustotou než je hustota vody



a

b

Obrázek 41 – Měření hustoměrem

a – hustoměr pro kapaliny s větší hustotou než je hustota vody

b – hustoměr pro kapaliny s menší hustotou než je hustota vody

Shrnutí ke kapitole 4.8.

U pokusů na nestejnorodá tělesa nemusíme přesně dodržovat pomůcky, které jsou popsány zde. U pokusu č. 21 můžeme použít např. plastelínu. Tu si mohou přinést všichni, do lavice žáci dostanou nádoby s vodou a mohou zkoušet z plastelíny vytvářet různé tvary a ty pokládat na hladinu vody. V závěru si vytvoří mističku, která by jim při správném provedení měla plovat. Alespoň žáci uvidí, že není jednoduché vytvořit ji tak, aby dobře plovla a nepotopila se. U pokusu č. 22 se také nemusíme držet zadaných pomůcek, můžeme použít např. polystyren a hřebíček a opět si žáci mohou přinést pomůcky vlastní a pokus si vyzkoušet sami nebo si pokus zkusit doma. Nemáme-li u pokusu č. 23 k dispozici broky, můžeme použít např. písek. V této kapitole jsou pokusy, které žáky baví a mohou se do nich sami aktivně zapojit, proto jim pak vykládaná látka je bližší a lépe ji chápou.

5. MECHANICKÉ VLASTNOSTI PLYNŮ

5.1. ATMOSFÉRA ZEMĚ

Pokus č. 24

Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění tlaku vzduchu

Pomůcky: nádoba s vodou, skleněná trubička

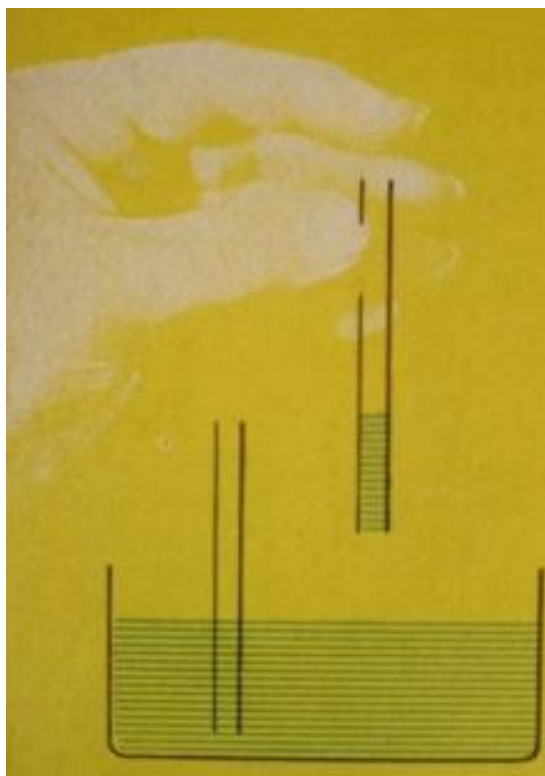
Postup: Ponoříme jeden konec trubičky do vody a druhý konec nahoře prstem uzavřeme. Trubičku vytáhneme z vody (obrázek 42).

Výsledek a průběh pokusu: Když trubičku vytáhneme z vody, zůstane v ní sloupec vody. Uvolníme-li nahoře prst, voda vyteče.

Vykládaná látka: Na sloupec vody proti jeho tíze působí tlaková síla atmosférického tlaku. Tlaková síla vzduchu je větší, a proto voda nevyteče. Uvolníme-li nahoře prst, vyrovná se působení atmosférického tlaku zdola a shora a voda vlastní tíhou vytéká.

Jako v kapalině vzniká hydrostatický tlak, tak také v ovzduší vyšší vrstvy tlačí na vrstvy spodní. Vzduch je však stlačitelný. Proto čím blíže k Zemi, tím více je vzduch horními vrstvami stlačován a zhušťován. Tlaková síla působí na všechna tělesa na povrchu Země nebo v ovzduší.

Země je obklopena vzduchovým obalem, jehož tloušťka je několik set kilometrů. Tento obal se nazývá atmosféra. Jeho hustota klesá se vzdáleností od zemského povrchu.



Obrázek 42 – Tlaková síla atmosférického tlaku působící na sloupec vody

Pokus č. 25

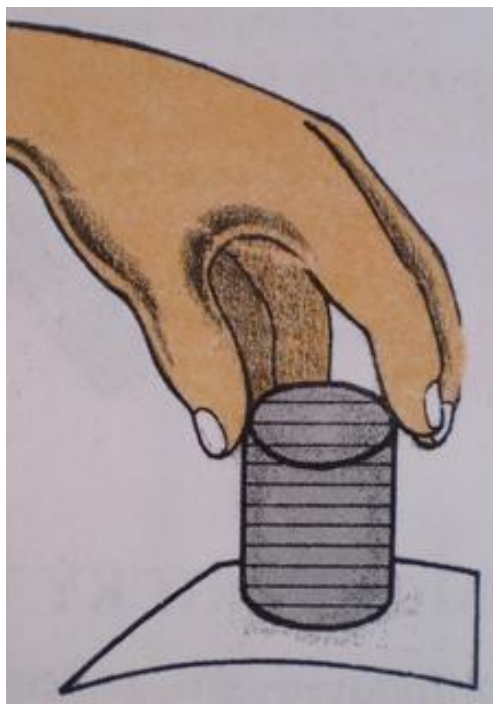
Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění tlakové síly vzduchu

Pomůcky: sklenice, voda, papír

Postup: Naplníme sklenici vodou, přikryjeme ji papírem a obrátíme ji dnem vzhůru (obrázek 43).

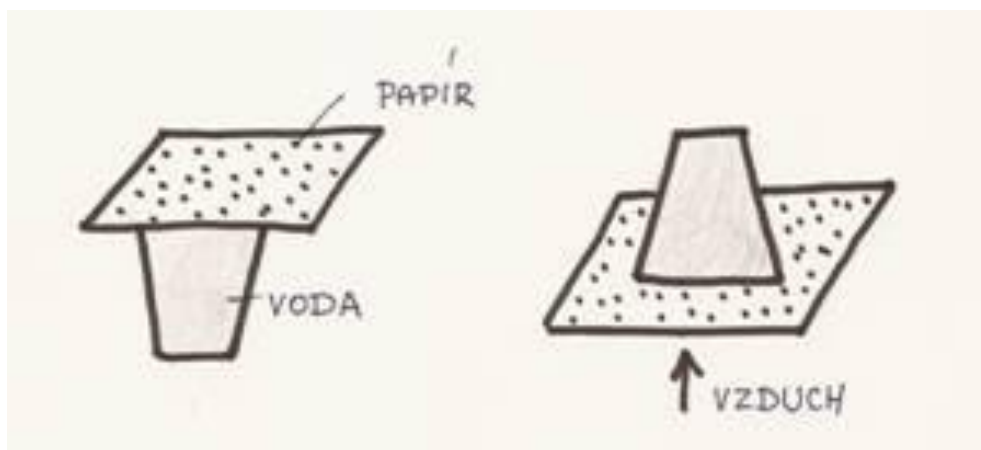
Výsledek a průběh pokusu: Papír přilne k okrajům sklenice a voda z ní nevyteče. Lze pozorovat, že papír je dokonce poněkud prohnut dovnitř sklenice (obrázek 44).²¹

Vykládaná látka: Vše svědčí o tom, že tlaková síla vzduchu je větší než tíha vody ve sklenici. Na libovolnou plochu o obsahu S působí v atmosféře tlaková síla F , pro niž platí $F = p_a \cdot S$.



Obrázek 43 – Ověření existence atmosférického tlaku

²¹ <http://www.fyzikahrou.cz/data/fyzika/jednoduche-pokusy/cuvav/image006.jpg> (obrázek 43)



Obrázek 44 – Tlaková síla vzduchu je větší než tíha vody ve sklenici

Shrnutí ke kapitole 5.1.

Na pokus č. 24 si žáci mohou přinést vlastní pomůcky (skleničku a brčko). Do sklenice si natočí vodu, vloží do ní brčko, uzavřou prstem jeden konec a brčko z vody vytáhnou, stane se to samé, co bude učitel předvádět se skleněnou trubičkou, voda nevyteče až do té doby, dokud nesundají prst z otvoru brčka. Pokus č. 25 by asi nebylo vhodné zkoušet s žáky ve škole, aby nedošlo k rozruchu a všichni nebyli mokří. Žáci si ale pokus mohou ověřit samostatně doma, kde zjistí, že se jim pokaždé nepovede. V této oblasti výkladu jsou na výběr zábavné, zajímavé a pestré pokusy jak pro učitele tak pro žáky.

5.2. ATMOSFÉRICKÝ TLAK

Pokus č. 26

Zařazení ve vyučovací hodině: při výkladu atmosférického tlaku

Pomůcky: plastová láhev (v ní je vzduch)

Postup: Z prázdné plastové láhve vysáváme ústy vzduch.

Výsledek a průběh pokusu: Stěny láhve se prohýbají dovnitř (obrázek 45).

Vykládaná látka: Na stěny láhve působí vzduch větší tlakovou silou z vnějšku než zevnitř, proto láhev mění tvar. Tlak vzduchu, který působí ve volné atmosféře, se nazývá atmosférický tlak. Je způsoben vlastní tíhou vzduchu, podobně jako je hydrostatický tlak vyvoláván vlastní tíhou kapaliny. Atmosférický tlak působí všemi směry. Atmosférický tlak nemůžeme určit podle vztahu $p = h \cdot \rho \cdot g$. Ten totiž platí pro případ, že hustota je v celé tloušťce h kapaliny stejná. Kapaliny jsou téměř nestlačitelné a jejich hustota se s hloubkou prakticky nemění. Plyny však stlačitelné jsou. Hustota atmosféry je v různých vrstvách různá.



Obrázek 45 – Při vysávání vzduchu z láhve se stěny prohýbají dovnitř

Shrnutí ke kapitole 5.2.

Tento pokus může provádět celá třída, každý si přinese svou plastovou láhev. Podle toho, jak žák bude vysávat vzduch z láhve, uvidí, jak láhev mění svůj tvar. Jednoznačný, rychlý a zábavný pokus pro všechny.

5.3. MĚŘENÍ A ZMĚNY ATMOSFÉRICKÉHO TLAKU

Pokus č. 27 – pouze ukázat na obrázcích a popsat průběh

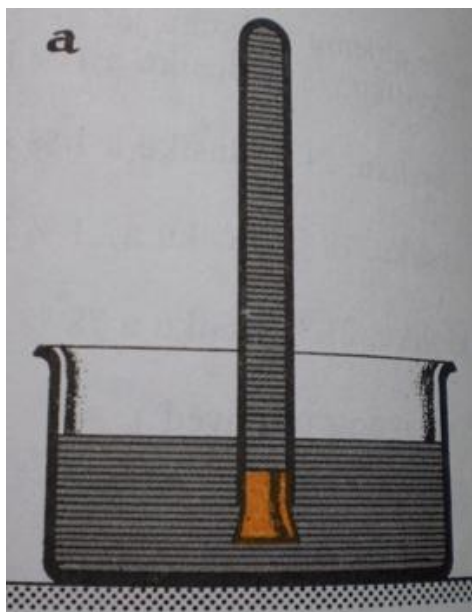
Zařazení ve vyučovací hodině: při výkladu měření atmosférického tlaku (Torricelliho pokus)

Pomůcky: skleněná trubice na jednom konci zatavená (dlouhá jeden metr), rtuť, zátka

Postup: Skleněná trubice, na jednom konci zatavená, se celá naplní rtutí. Otevřený konec trubice se uzavře (obrázek 46 a), ponoří do nádoby se rtutí a pak otevře (obrázek 46 b).

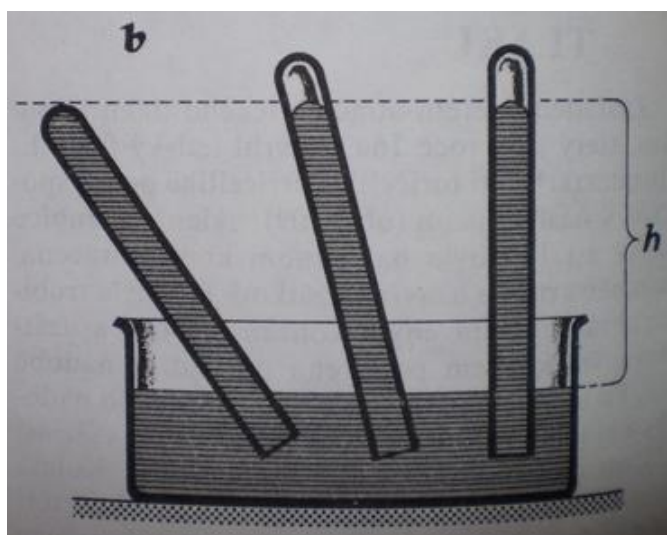
Výsledek a průběh pokusu: Když je trubice dostatečně skloněná, vyplňuje ji rtuť celou. Je-li svislá, klesne rtuť v trubici a její sloupec se ustálí asi ve výšce 76 cm (obrázek 47).

Vykládaná látka: Nad rtutí v trubici vznikne vzduchoprázdný prostor (vakuum). Tento úkaz vysvětlujeme tlakem vzduchu. Vnější vzduch a rtuť se chovají jako dvě různé kapaliny ve spojených nádobách. Jedno rameno tvoří skleněná trubice, druhé je celý okolní prostor se vzduchem. Rovnováha nastane proto, že na společném rozhraní je tlak vyvolaný sloupцем rtuti stejně velký jako tlak vyvolaný vzduchem. Oba tlaky jsou v rovnováze. Hustota rtuti je však mnohonásobně větší než hustota vzduchu, a proto je výška sloupce rtuti mnohonásobně menší než výška sloupce vzduchu. Hydrostatický tlak rtuti v trubici můžeme ovšem snadno vypočítat: $p_h = h \cdot \rho \cdot g \rightarrow p_h = 0,75 \text{ m} \cdot 13\,500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \rightarrow p_h = 100 \text{ kPa}$. Tím máme v daném místě určen i tlak atmosférický. Atmosférický tlak se měří rtuťovým tlakoměrem neboli barometrem. Je to vlastně vhodně upravená Torricelliho trubice.



Obrázek 46 – Torricelliho pokus

a – trubice se rtutí uzavřená zátkou



Obrázek 46 – Torricelliho pokus

b – trubice ponořená do nádoby se rtutí (bez zátky)



Obrázek 47 – Sloupec rtuti ustálený ve výšce 76 cm

Shrnutí ke kapitole 5.3.

V této části žákům jen nastíníme, jak probíhal Torricelliho pokus. A že tyto poznatky umožnily konstrukci přístroje na měření tlaku, čímž je rtuťový tlakoměr. Ten se obtížně přenáší, proto se pro měření atmosférického tlaku častěji užívá aneroid. Vysvětlíme žákům, jak dané přístroje fungují, je-li to možné, ukážeme jim, jak vypadají a dále se touto oblastí nemusíme zabývat.

5.4. VZTLAKOVÁ SÍLA PŮSOBÍCÍ NA TĚLESO V ATMOSFÉŘE ZEMĚ

Pokus č. 28

Zařazení ve vyučovací hodině: při výkladu vztlkové síly v plynech

Pomůcky: balónek, balónek nafouknutý heliem nebo vodíkem

Postup: Nejprve pustíme nenafouknutý balónek z ruky. Potom pustíme balónek nafouknutý heliem nebo vodíkem.

Výsledek a průběh pokusu: V prvním případě balónek začne padat k zemi (obrázek 48).²² V druhém případě se balónek vznáší ve vzduchu nebo dokonce stoupá (obrázek 49).²³

Vykládaná látka: Na nenafouknutý balónek působí výsledná síla svisle dolů.

Na nafouknutý balónek působí, stejně jako na těleso v kapalině, ještě síla svisle vzhůru. Je to vztlková síla vzduchu. Na tělesa v plynech působí vztlková síla. Podle Archimédova zákona pro ni platí: vztlková síla působící na těleso v plynu je co do velikosti rovna gravitační síle působící na plyn vytlačený tělesem. Pro velikost vztlkové síly platí: $F_{vz} = V_t \cdot \rho_{pl} \cdot g$, kde V je objem tělesa ponořeného v plynu a ρ_{pl} je hustota plynu. Hustoty plynů jsou proti kapalinám mnohonásobně menší, a proto i vztlkové síly v plynech jsou mnohonásobně menší než v kapalinách při stejném objemu ponořeného tělesa. Existence vztlkové síly v plynech umožňuje konstrukci balónů. Balóny mohou díky vztlkové síle v atmosféře stoupat, pokud vztlková síla působící na balón je větší než gravitační síla.

²² <http://www.hracky-zirafa.cz/obrazky/nahledy/8021886200010.jpg> (obrázek 48)

²³ <http://www.giftsflorist2000.com/catalog/images/balloon-tree.JPG> (obrázek 49)



Obrázek 48 – Balónky bez vzduchu



Obrázek 49 – Balónky nafouknuté heliem nebo vodíkem

Pokus č. 29

Zařazení ve vyučovací hodině: při výkladu Archimédova zákona pro plyny

Pomůcky: vývěva, dvouramenné laboratorní váhy, závaží, dutá skleněná koule

Postup: Pod víko vývěvy dáme váhy, kde na jednom konci je závaží a na druhém konci je dutá skleněná koule. Víko zaděláme. Pak postupně vyčerpáváme vzduch a pozorujeme, co se děje.

Výsledek a průběh pokusu: Ve vzduchu jsou obě tělesa v rovnováze (obr. 50).

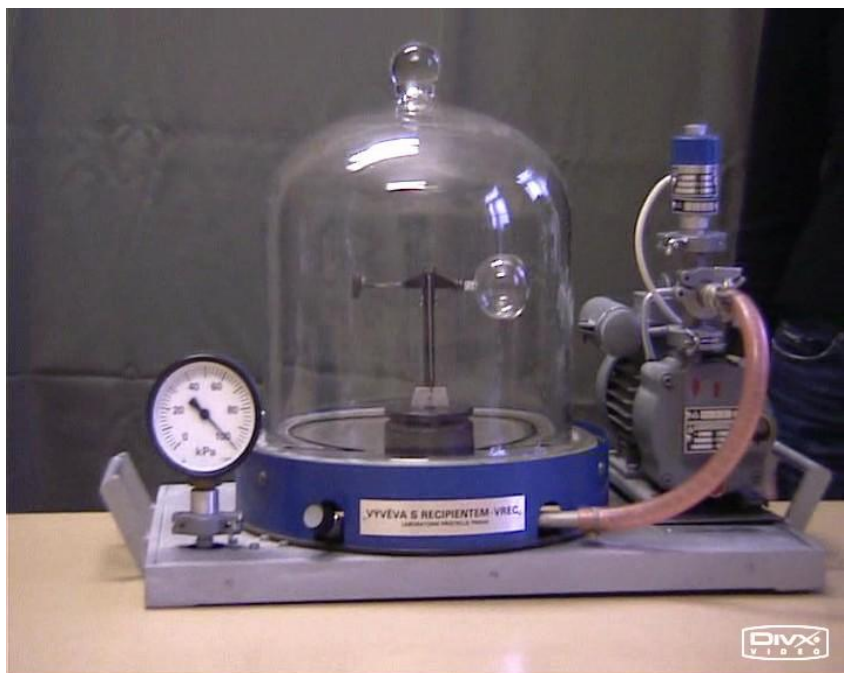
²⁴ Když pod víkem snížíme tlak vzduchu, skleněná koule počne klesat, jako by se stala těžší (obr. 51). ²⁵

Vykládaná látka: Ve vzduchu za obvyklého tlaku jsou obě tělesa nadlehčována silou, která se rovná tíze vzduchu stejného objemu, jako jsou objemy těles. Skleněná koule má větší objem a je proto ve vzduchu více nadlehčena. Když se vzduch vyčerpá, nadlehčení se již neuplatní, a proto skleněná koule klesne. Z toho soudíme, že Archimédův zákon platí i pro vzduch a ostatní plyny → Těleso v plynu je nadlehčováno silou, která se rovná tíze plynu stejného objemu, jako je objem tělesa.

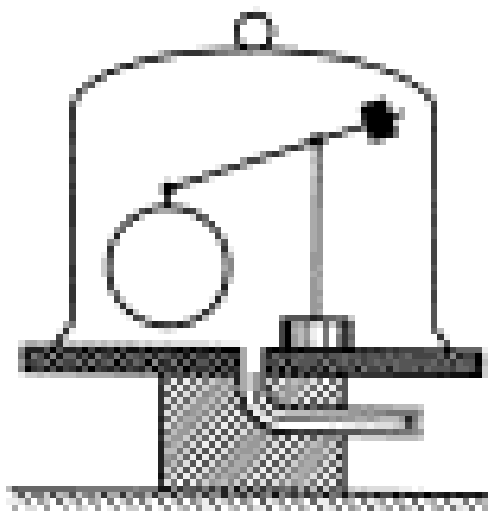
²⁴

<http://fyzweb.cz/materialy/videopokusy/POKUSY/VYVEVASVAHADLEM/vyvevasvahadleml.jpg> (obrázek 50)

²⁵ http://radek.jandora.sweb.cz/f05_soubory/image031.gif (obrázek 51)



Obrázek 50 – Prostředí se vzduchem (obě tělesa jsou v rovnováze)



Obrázek 51 – Snižování tlaku vzduchu pod vývěvou (skleněná koule klesá)

Shrnutí ke kapitole 5.4.

Pokus č. 28 není nijak náročný na pomůcky, tak je dobré ho provést. Bohužel na málo školách je k dispozici vývěva, tak žákům zkusíme alespoň vysvětlit, na jakém principu pracuje a pokus č. 29 jim jen popíšeme.

5.5. TLAK PLYNU V UZAVŘENÉ NÁDOBĚ A MANOMETR

Pokus č. 30

Zařazení ve vyučovací hodině: při výkladu atmosférického tlaku (přístroje založené na atmosférickém tlaku a na tlaku vzduchu)

Pomůcky: Heronova baňka, zátka, voda, trubice

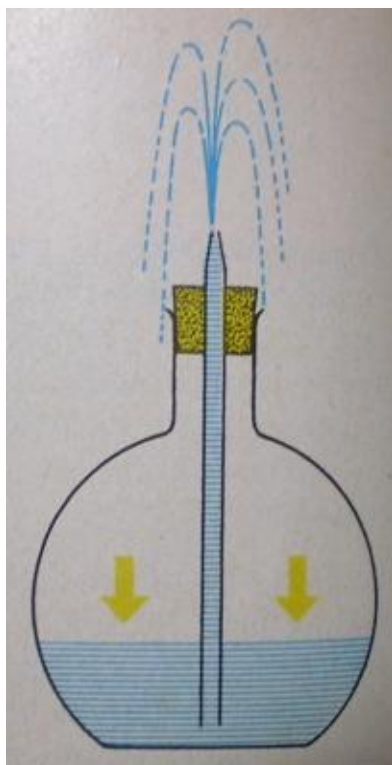
Postup: Hrdlo baňky, která je z části naplněna vodou, je těsně uzavřeno zátkou, kterou prochází trubice až skoro ke dnu nádoby. Foukáme trubicí dovnitř baňky a pak přestaneme foukat.

Výsledek a průběh pokusu: Foukáme-li trubicí dovnitř baňky vzduch, zvýší se tlak vzduchu nad vodou v uzavřeném prostoru baňky. Přestaneme-li foukat, voda vystřikuje z trubičky tak dlouho, až se tlak uzavřeného vzduchu vyrovná s tlakem atmosférickým (obrázek 52).

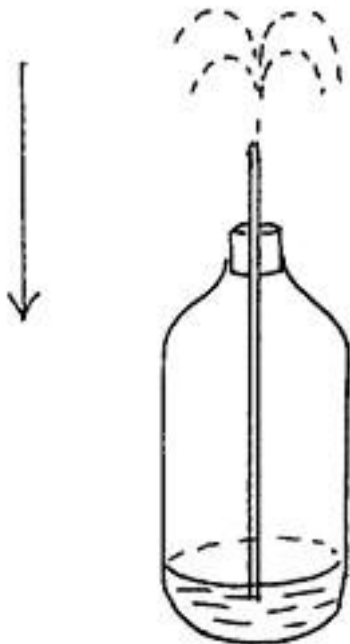
Vykládaná látka: Zmenší-li se objem určitého množství plynu, jeho tlak vzroste. Zvětší-li se objem plynu, tlak klesne.

Tento pokus si mohou žáci sami zkusit s plastovou lahví a brčkem (obr. 53).²⁶

²⁶ http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_01/01_14_Novobilka/image006.jpg (obrázek 53)



Obrázek 52 – Voda vystřikuje z trubičky tak dlouho než se tlak uzavřeného vzduchu vyrovná s tlakem atmosférickým



Obrázek 53 – Domácí provedení Heronovy baňky

Pokus č. 31

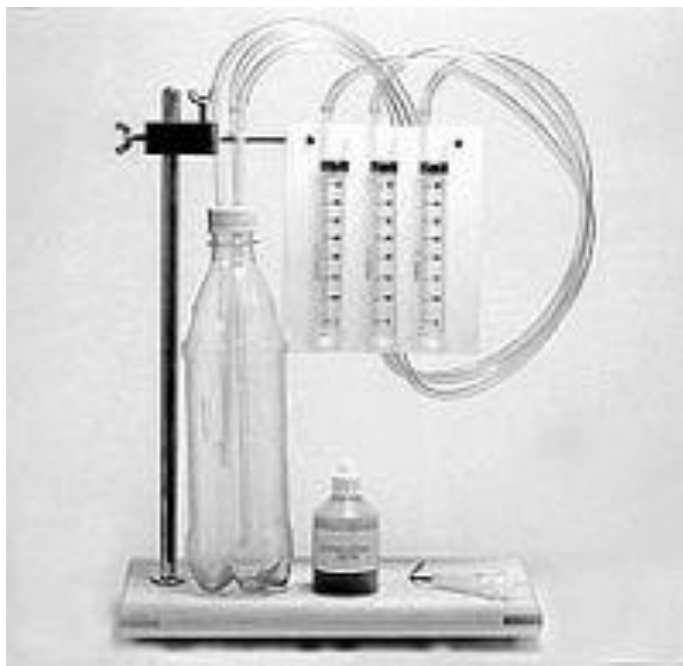
Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění tlaku plynu v uzavřené nádobě

Pomůcky: plastová láhev s uzávěrem s otvory, tři trubičky různě ohnuté, hadičky, tři kapalinové manometry (obrázek 54) ²⁷

Postup: Do plastové láhve jsou uzávěrem zasunuty tři trubičky, které jsou uvnitř láhve různě ohnuté. Tyto trubice jsou hadicemi propojené s kapalinovými manometry. Opatrně stiskneme plastovou láhev a pozorujeme kapalinu v trubicích manometrů.

Výsledek a průběh pokusu: Pozorujeme dva jevy. Především, že tlak uvnitř láhve je po jejím stisknutí větší než tlak atmosférický. Protože kapalina ve všech manometrech vystoupila do stejné výše, znamená to, že tlak vzduchu uvnitř láhve je ve všech směrech stejný (obrázek 55). ²⁸

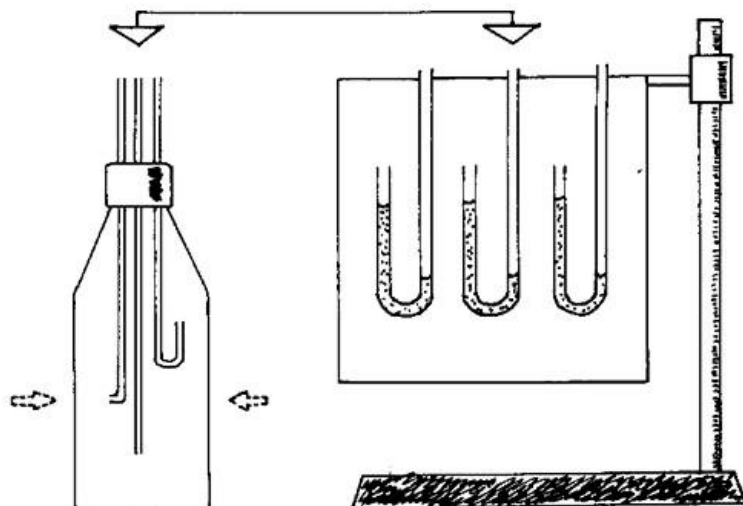
Vykládaná látka: Tlak plynu vyvolaný vnějšími silami na stěny nádoby, v níž je uzavřen, působí všemi směry a je v celém objemu plynu stejný (Pascalův zákon pro plyny).



Obrázek 54 – Pascalův zákon pro plyny (souprava Ariane)

²⁷ <http://www.ariane-schola.cz/shared/photos/10042-200px.jpg> (obrázek 55)

²⁸ http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_02/02_27_Trna/image004.jpg (obrázek 52)



Obrázek 55 – Pascalův zákon pro plyny

Pokus č. 32

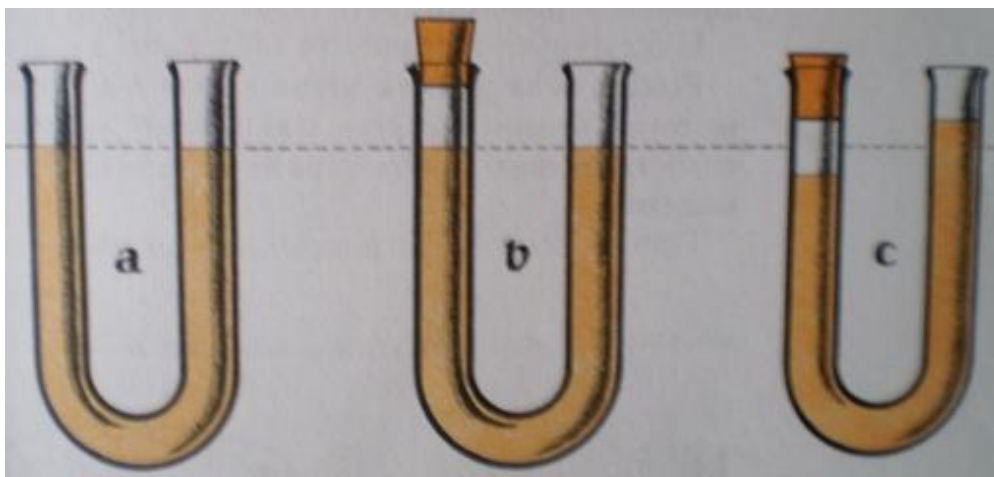
Zařazení ve vyučovací hodině: při objasnění tlaku plynu v uzavřené nádobě

Pomůcky: trubice tvaru „U“, zátka, voda

Postup: Nalijeme vodu do trubice tvaru „U“, pak trubici zazátkujeme a později zátku ještě více zarazíme (obrázek 56). Pozorujeme, co se děje.

Výsledek a průběh pokusu: V otevřených ramenech trubice tvaru „U“ je voda stejně vysoko. Jestliže opatrně zátkou uzavřeme jedno rameno, výšky sloupců vody se nezmění. Jestliže však zátku vtlačíme hlouběji, stlačíme i vzduch pod ní.

Vykládaná látka: V prvním případě, kdy je voda stejně vysoko, je to nejen tím, že hydrostatické tlaky v obou ramenech jsou stejné, ale i tím, že na hladiny vody v obou ramenech působí stejné atmosférické tlaky. Když je zátko částečně zaražena, tlak uzavřeného vzduchu je stejný jako atmosférický tlak v otevřeném rameni. Když zátku zarazíme hlouběji, tlak vzduchu pod zátkou vzroste a hladina vody v otevřeném rameni vystoupí. Z rozdílu výšek hladin vody v obou ramenech lze usuzovat, že se zvětšil tlak vzduchu v uzavřeném prostoru pod zátkou. Trubice podobné té, o níž jsme se právě zmínili, lze užít i k měření tlaku plynu v uzavřených nádobách. Tyto trubice tvoří hlavní část otevřených manometrů. V trubici manometru je obvykle rtuť nebo voda. Jedno rameno trubice se vzduchotěsně spojí s nádobou, v níž chceme měřit tlak plynu. Je-li v nádobě větší tlak než tlak atmosférický, říkáme, že je v ní přetlak. Je-li v nádobě menší tlak než tlak atmosférický, říkáme, že je v ní podtlak. Přetlak nebo podtlak plynu v uzavřené nádobě se rovná hydrostatickému tlaku, který odpovídá svislé vzdálenosti hladin kapaliny v ramenech manometru.



Obrázek 56 – Tlak plynu v uzavřené nádobě

a – obě ramena nádoby jsou otevřená

b – jedno rameno nádoby je lehce uzavřeno zátkou

c – zátka je do ramene zatlačena

Shrnutí ke kapitole 5.5.

Pokus č. 30 je pro žáky velice názorný a zajímavý. Když žáci nebudou pokusu věřit nebo danou látku chápat, mohou si Heronovu fontánu vyrobit po “domácku”. Nemá-li škola k dispozici soupravu k pokusu č. 31 od Ariane, je možné si aparaturu vytvořit. Pochopili-li žáci Pascalův zákon pro kapaliny, tak pomocí pokusu č. 31 nebude vůbec těžké vysvětlit jim Pascalův zákon pro plyny. Pokus č. 32 už jen objasňuje závěr Mechanických vlastností plynů, což je použití a princip manometru a jaký je rozdíl mezi přetlakem a podtlakem. Není to nijak časově náročný pokus, proto je vhodné ho do výuky určitě zařadit.

6. ZÁVĚR

V závěru diplomové práce bych chtěla shrnout kvalitu učebnic využitých k čerpání pokusů a účelnost využívání pokusů při hodinách fyziky. Ke zpracování pokusů jsem využila tři různé učebnice.

Jedna byla z roku 1980 od nakladatelství SPN (Doc. dr. Jaroslav Vachek, CSc., dr. Miroslav Špaček), kde bylo obsaženo nejvíce pokusů. Některé se bohužel už v dnešní době těžko předvádějí, protože na ně nemáme potřebné pomůcky, ale i přesto, že učebnice byla velice stručná na vykládanou látku, tak pokusy autoři nešetřili. Proto shledávám za dobré, mít po ruce při tvoření příprav na vyučovací hodiny nějakou učebnici ze starší doby, není to rozhodně zbytečné.

Druhá učebnice, kterou jsem využila k sepsání pokusů, je z roku 1993 (RNDr. Jan Maršák, CSc.), kdy se školy ještě neřídily podle RVP. Je to učebnice od nakladatelství Kvarta, které vytvořilo knížku určenou pro dva ročníky zároveň (pro 7. a 8. ročník). Proto je učebnice ochuzena o zajímavosti, rozšiřující učivo a pestřejší obrázky, ale pro žáky k samostudiu a přečtení si probrané látky stačí. Počet pokusů je v této učebnici dostačující.

Poslední učebnice je od nakladatelství SPN z roku 1999 (PaedDr. František Jáchim, PaedDr. Jiří Tesař, Dr.), která má ale nová vydání, která se již řídí podle RVP. Na pokusy je učebnice celkem dobrá, ale na vykládanou látku velice stručná a nepřehledná. Učitel ji určitě využije, ale žákům bych ji nejspíše nedoporučovala, aby se v ní zbytečně neztráceli.

Pokus je nezbytnou součástí hodiny fyziky, proto bychom my, jakožto učitelé, měli čerpat z více zdrojů, abychom ke každé oblasti předvedli alespoň ten nejdůležitější a nejnázornější pokus, který žákům nejlépe popíše daný fyzikální zákon, jev nebo děj. Dovoluje-li nám to časová dotace, je lepší

předvést pokusů více. Co žáci vidí, co jim přijde zajímavé a mohou to okomentovat, to si pamatují nejvíce.

Touto diplomovou prací bych chtěla pomoci budoucím i stávajícím učitelům fyziky. Práce byla zpracována pro ulehčení práce ostatním učitelů a shrnuje pokusy vhodné pro probíranou látku *Mechanika tekutin a plynů*.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Citovaná literatura

Bezchlebová, M. (2009). *Výukové metody: Souhorky*. [on-line]. [cit.

23.5.2010]. Dostupné na:

<http://www.souhorky.cz/dokumenty/projektcesta/vyukmetody.ppt>

Foltýnová. (2008, prosinec 19). *Výukové metody a form*. [on-line]. [cit.

23.5.2010]. Dostupné na:

http://geography.upol.cz/soubory/lide/foltynova/DIG1/Prednasky_vse/Vyukove_metody_formy.pdf

Fyzika: Wikipedie. (2010). [encyklopedie on-line]. [cit. 28.5.2010]. Dostupné

na: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fyzika>

Gavora, P. (1995). Kritické myšlenie v škole. *Pedagogická revue* č. 1-2 , str. 7.

Havlíček, K. (1963). *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie: Czech Digital*

Mathematics Library. [on-line]. [cit. 30.5.2010]. Dostupné na:

http://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/139102/PokrokyMFA_08-1963-1_3.pdf

Hofmann, J., & Urbanová, M. (2005). *Fyzika I*. [on-line]. [cit. 28.5.2010]

Dostupné na: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_ekniha-001/pages-img/007.html

Horová, V. (2007, prosinec 13). *Moderní metody výuky první pomoci:*

Informační systém Masarykovy univerzity. [on-line]. [cit. 23.5.2010]. Dostupné

na:

http://is.muni.cz/th/45070/fsps_b/moderni_metody_vyuky_prvni_pomoci.pdf

Maňák, J., & Švec, V. (2003). *Výukové metody*. Brno: Paido.

Mojžíšek, L. (1975). *Vyučovací metody*. Praha: SPN.

Pecina, P., & Pitnerová. (2006, prosinec 27). *Didaktické hry jako prostředek naplňování klíčových kompetencí na ZŠ: Školní vzdělávací program Masarykova univerzita v Brně*. [on-line]. [cit. 23.5.2010]. Dostupné na: <http://svp.muni.cz/ukazat.php?docId=510>

Reichl, J., & Všetická, M. (2006-2010). *Matematika ve fyzice: Encyklopedie fyziky*. [encyklopedie on-line]. [cit. 2.6.2010]. Dostupné na: <http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=144>

Vaculová, I. (2006, červen 11). *Vyučovací metody vhodné pro utváření dovedností ve výuce fyziky: Školní vzdělávací program Masarykova univerzita v Brně*. [on-line]. [cit. 23.5.2010]. Dostupné na: <http://svp.muni.cz/ukazat.php?docId=332>

Použité prameny

Gavora, P. (1995). Kritické myšlenie v škole. *Pedagogická revue* č. 1-2.

Halliday, D., & Resnick, R., & Walker, J. (2000). *Fyzika*. Brno – Praha: Vutium + Prometheus.

Jáchim, F., & Tesař, J. (1999). *Fyzika pro 7. ročník základní školy*. Praha: SPN – Pedagogické nakladatelství, a.s.

Kalhous, Z., & Obst, O. (2002). *Školní didaktika*. Praha: Portál.

Kořínek, M. (1984). *Didaktika základní školy*. Praha: SPN

Maňák, J. (1999). *Experiment v pedagogice*. Brno: Moravská a Pedagogická knihovna.

Maňák, J., & Švec, V. (2003). *Výukové metody*. Brno: Paido.

Maršák, J. (1993). *Fyzika pro 7. a 8. ročník základní školy (s menším rozsahem učiva)*. Praha: Kvarta.

Mojžíšek, L. (1975). *Vyučovací metody*. Praha: SPN.

Petty, G. (2004). *Moderní vyučování*. Praha: Portál.

Svoboda, E., & kol. (1996). *Přehled středoškolské fyziky*. Praha: Prometheus.

Šimoník, O. (2003). *Úvod do školní didaktiky*. Brno: MSD.

Vachek, J., & Špaček, M. (1980). *Fyzika pro sedmý ročník*. Praha: SPN.

Příloha č. 1

4.6.1 Fyzika

Charakteristika vzdělávacího oboru

Fyzika je věda zkoumající a vysvětlující zákonitosti, jimiž se řídí děje a stavy v neživé přírodě, při nichž se složení látek zpravidla nemění. Předmět Fyzika poskytuje žákům prostředky a metody pro hlubší porozumění přírodním faktům a jejich zákonitostem. Dává jim tím i potřebný základ pro lepší pochopení a využívání současných technologií a pomáhá jim lépe se orientovat v běžném životě.

Vzdělávací předmět Fyzika svým činnostním charakterem výuky umožňuje žákům hlouběji porozumět zákonitostem přírodních procesů, a tím si uvědomovat i užitečnost přírodovědných poznatků a jejich aplikací v praktickém životě. Zvláště významné je, že při studiu přírody specifickými poznávacími metodami si žáci osvojují i důležité dovednosti. Žáci se učí zkoumat příčiny přírodních procesů, souvislosti či vztahy mezi nimi, klást si otázky (Jak? Proč? Co se stane, jestliže?) a hledat na ně odpovědi, vysvětlovat pozorované jevy, hledat a řešit poznávací nebo praktické problémy, využívat poznání zákonitostí přírodních procesů pro jejich předvídání či ovlivňování.

Žáci postupně poznávají složitost a mnohotvárnost skutečnosti, podstatné souvislosti mezi stavem přírody a lidskou činností, především pak závislost člověka na přírodních zdrojích a vlivy lidské činnosti na stav životního prostředí a na lidské zdraví. Učí se zkoumat změny probíhající v přírodě, odhalovat příčiny a následky ovlivňování důležitých místních i globálních ekosystémů a uvědoměle využívat své přírodovědné poznání ve prospěch ochrany životního prostředí a principů udržitelného rozvoje.

Výchovně vzdělávací strategie k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí

Klíčová kompetence	Výchovně a vzdělávací strategie
<i>Kompetence k učení</i>	Podpora rozvoje dovedností a způsobů rozhodování metodami, které umožňují přímou zkušenost
	Dostatek informačních zdrojů – knihovna, internet, exkurze atd.
	Propojení informací se skutečným životem
	Práce s informacemi
	Samostatnost, organizace vlastní činnosti
	Vlastní úsudek, iniciativa, tvořivost, zodpovědnost
	Komunikace, spolupráce v týmu
	Poznání vlastních možností
	Prezentace vlastních výsledků

	Chápat smysl vlastní práce
	Práce v motivujícím prostředí
	Práce s přiměřeným učivem
	Hodnocení za to, co žák umí, ne za to, co neumí
	Využívání kladného hodnocení a dobrých výsledků jako motivace
	Výuka bez situací nerovnosti, ponížení apod.
	Stanovení postupných cílů
	Zařazování metod podporujících zvědavost
	Získané vědomosti a poznatky aplikovat v praktickém životě
	Osobní příklad
Kompetence k řešení problémů	Poznatky nejsou předkládány v hotové podobě
	Uplatňování mezipředmětových vztahů
	Objevování vzájemných příčin a souvislostí přírodních a společenských jevů a dějů
	Přechod od frontálního vyučování k více aktivizujícím metodám
	Široké uplatnění praktických cvičení
	Uplatňování základních myšlenkových operací – srovnávání, analýza, syntéza, zobecňování, abstrakce
	Rozvoj schopnosti logického uvažování
	Řešení problémů na základě kritického zhodnocení informací
	Podpora netradičních způsobů řešení
Kompetence komunikativní	Prostor pro komunikace různými formami (ústně, písemně, výtvarnými prostředky, využitím technických prostředků)
	Dodržování etiky komunikace (věcnost, naslouchání, respektování různých názorů – originálních, nezdařených apod.)
	Základ spolupráce a společného prožívání
	Osvojování a správné používání odborné terminologie
	Práce v týmu
Kompetence sociální a personální	Atmosféra demokracie a přátelství
	Kooperativní učení, spolupráce ve výuce
	Osobní odpovědnost za výsledky společné práce
	Spolupráce učitelů
	Učit se samostatně rozhodovat a nést důsledky za svá rozhodnutí
	Demokracii a svobodu nezaměňovat za anarchii
	Nutnost dodržování mravních hodnot a slušného jednání
	Vhodnou formou prosazovat svoje zájmy
	Učit se argumentovat
Kompetence občanské	Stanovení jasných pravidel pro soužití ve škole – práva, povinnosti, sankce
	Vztahy ve škole – úcta, sounáležitost, uznání
	Solidarita s druhými
	Rozvíjení kritických postojů k negativním jevům ve škole

	i společnosti
	Integrace žáků vyžadujících speciální péči
	Vytváření podmínek pro adaptaci žáků z jiných kulturních prostředí
	Ohleduplnost vůči ostatním lidem
	Vhodné prostředí – funkční, estetické, bezpečné – spoluúčast na jeho úpravě
	Učit se ohleduplnému a citlivému vztahu k lidem, přírodě, kulturním a etickým hodnotám
Kompetence pracovní	Osvojování základních pracovních dovedností a návyků
	Důsledné dodržování bezpečnosti práce při činnostech ve škole
	Účast žáků při úpravách prostředí školy
	Dodržování zásad hygieny práce
	Vedení k systematické, soustavné a přesné práci
	Chápe význam sebehodnocení a učí se jej uplatňovat
	Uplatňování mezipředmětových vztahů při volbě povolání

Vzdělávací obsah vzdělávacího oboru

2. stupeň

1. LÁTKY A TĚLESA

Očekávané výstupy

žák

- 1.1 změří vhodně zvolenými měřidly některé důležité fyzikální veličiny charakterizující látky a tělesa
- 1.2 uvede konkrétní příklady jevů dokazujících, že se částice látek neustále pohybují a vzájemně na sebe působí
- 1.3 předpoví, jak se změní délka či objem tělesa při dané změně jeho teploty
- 1.4 využívá s porozuměním vztah mezi hustotou, hmotností a objemem při řešení praktických problémů

Učivo

měřené veličiny – délka, objem, hmotnost, teplota a její změna, čas

skupenství látek – souvislost skupenství látek s jejich částicovou stavbou;
difúze

2. POHYB TĚLES, SÍLY

Očekávané výstupy

žák

- 2.1 rozhodne, jaký druh pohybu těleso koná vzhledem k jinému tělesu
- 2.2 využívá s porozuměním při řešení problémů a úloh vztah mezi rychlostí, dráhou a časem u rovnoměrného pohybu těles
- 2.3 změří velikost působící síly
- 2.4 určí v konkrétní jednoduché situaci druhy sil působících na těleso, jejich velikosti,

směry a výslednici

2.5 využívá Newtonovy zákony pro objasňování či předvídání změn pohybu těles při působení stálé výsledné síly v jednoduchých situacích

2.6 aplikuje poznatky o otáčivých účincích síly při řešení praktických problémů

Učivo

pohyby těles – pohyb rovnoměrný a nerovnoměrný; pohyb přímočarý a křivočarý

gravitační pole a gravitační síla – přímá úměrnost mezi gravitační silou a hmotností tělesa

tlaková síla a tlak – vztah mezi tlakovou silou, tlakem a obsahem plochy, na niž síla působí

třecí síla – smykové tření, ovlivňování velikosti třecí síly v praxi

výslednice dvou sil stejných a opačných směrů

Newtonovy zákony – první, druhý (kvalitativně), třetí

rovnováha na páce a pevné kladce

3. MECHANICKÉ VLASTNOSTI TEKUTIN

Očekávané výstupy

žák

3.1 využívá poznatky o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách pro řešení konkrétních praktických problémů

3.2 předpoví z analýzy sil působících na těleso v klidné tekutině chování tělesa v ní

Učivo

Pascalův zákon – hydraulická zařízení

hydrostatický a atmosférický tlak – souvislost mezi hydrostatickým tlakem, hloubkou a hustotou kapaliny; souvislost atmosférického tlaku s některými procesy v atmosféře

Archimédův zákon – vztahová síla; potápění, vznášení se a plování těles v klidných tekutinách

4. ENERGIE

Očekávané výstupy

žák

4.1 určí v jednoduchých případech práci vykonanou silou a z ní určí změnu energie tělesa

4.2 využívá s porozuměním vztah mezi výkonem, vykonanou prací a časem

4.3 využívá poznatky o vzájemných přeměnách různých forem energie a jejich přenosu při řešení konkrétních problémů a úloh

4.4 určí v jednoduchých případech teplo přijaté či odevzdané tělesem

4.5 zhodnotí výhody a nevýhody využívání různých energetických zdrojů z hlediska vlivu na životní prostředí

Učivo

formy energie – pohybová a polohová energie; vnitřní energie; elektrická energie a výkon; výroba a přenos elektrické energie; jaderná energie, štěpná reakce, jaderný reaktor, jaderná elektrárna; ochrana lidí před radioaktivním zářením

přeměny skupenství – tání a tuhnutí, skupenské teplo tání; vypařování a kapalnění; hlavní faktory ovlivňující vypařování a teplotu varu kapaliny

obnovitelné a neobnovitelné zdroje energie

5. ZVUKOVÉ DĚJE

Očekávané výstupy

žák

5.1 rozpozná ve svém okolí zdroje zvuku a kvalitativně analyzuje příhodnost daného prostředí pro šíření zvuku

5.2 posoudí možnosti zmenšování vlivu nadměrného hluku na životní prostředí

Učivo

vlastnosti zvuku – látkové prostředí jako podmínka vzniku šíření zvuku, rychlost šíření zvuku v různých prostředích; odraz zvuku na překážce, ozvěna; pohlcování zvuku; výška zvukového tónu

6. ELEKTROMAGNETICKÉ A SVĚTELNÉ DĚJE

Očekávané výstupy

žák

6.1 sestaví správně podle schématu elektrický obvod a analyzuje správně schéma reálného obvodu

6.2 rozliší stejnosměrný proud od střídavého a změří elektrický proud a napětí

6.3 rozliší vodič, izolant a polovodič na základě analýzy jejich vlastností

6.4 využívá Ohmův zákon pro část obvodu při řešení praktických problémů

6.5 využívá prakticky poznatky o působení magnetického pole na magnet a cívku s proudem a o vlivu změny magnetického pole v okolí cívky na vznik indukovaného napětí v ní

6.6 zapojí správně polovodičovou diodu

6.7 využívá zákona o přímočarém šíření světla ve stejnorodém optickém prostředí a zákona odrazu světla při řešení problémů a úloh

6.8 rozhodne ze znalosti rychlostí světla ve dvou různých prostředích, zda se světlo bude lámat ke kolmici či od kolmice, a využívá této skutečnosti při analýze průchodu světla čočkami

Učivo

elektrický obvod – zdroj napětí, spotřebič, spínač

elektrické a magnetické pole – elektrická a magnetická síla; elektrický náboj; tepelné účinky elektrického proudu; elektrický odpor;

stejnoseměrný elektromotor; transformátor; bezpečné chování při práci s elektrickými přístroji a zařízeními

vlastnosti světla – zdroje světla; rychlost světla ve vakuu a v různých prostředích; stín, zatmění Slunce a Měsíce; zobrazení odrazem na rovinném, dutém a vypuklém zrcadle (kvalitativně); zobrazení lomem tenkou spojkou a rozptylkou (kvalitativně); rozklad bílého světla hranolem

7. VESMÍR

Očekávané výstupy

žák

7.1 objasní (kvalitativně) pomocí poznatků o gravitačních silách pohyb planet kolem Slunce a měsíců planet kolem planet

7.2 odliší hvězdu od planety na základě jejich vlastností

Učivo

sluneční soustava – její hlavní složky; měsíční fáze

hvězdy – jejich složení

6. ročník

Konkrétní výstupy pro žáka	Učivo	Výstupy
	Látky a tělesa	1.2
rozliší na příkladech těleso a látku	tělesa a látky	
zjistí zda látka (těleso) patří mezi látky (tělesa) plynné, kapalně nebo pevné	atomy a molekuly	
porovná vlastnosti pevných, plynných a kapalných látek (pružnost, křehkost, tvárnost, stlačitelnost a podobně)	Brownův pohyb	
rozliší stavební částice látky (atomy, molekuly)	difúze	
určí z čeho se skládá atom a molekula	skupenství pevné, kapalně a plynné	
charakterizuje pojem neustálého pohybu částic	pevné krystalické látky	
uvede jevy, které potvrzují pohyb částic	kapaliny	
na příkladech dokáže objasnit difúzi	plyny	
porovná částicovou stavbu pevných kapalných a plynných látek a vzájemné silové působení mezi částicemi u jednotlivých skupenství		
zdůvodní rozdílné vlastnosti u jednotlivých skupenství na základě částicové stavby a silového působení mezi částicemi (rozpínavost, stlačitelnost, tvrdost a podobně)		
charakterizuje hlavní rozdíly v částicovém složení plynných, kapalných a pevných látek		
	Fyzikální veličiny a jednotky	

rozlišuje pojem fyzikální veličina a fyzikální jednotka	fyzikální veličina	
správně zapíše výsledek měření	výsledek měření a jednotka	
určí chybu měření	chyba měření	
charakterizuje soustavu SI a její význam	Soustava SI	
	Měření délky pevného tělesa	1.1
uvede základní jednotku délky, její díly a násobky	jednotky délky	
změří danou délku délkovým měřidlem, zapíše výsledek a uvede odchylku měření	délková měřidla	
vyjadřuje výsledek měření veličiny číselnou hodnotou a jednotkou	měření délky	
používá vhodné typy délkových měřidel	opakované měření délky	
rozlišuje typy délkových měřidel podle účelu použití		
určí aritmetický průměr z naměřených hodnot dané veličiny		
převádí jednotky délky na jednotky dílčí a násobné (mm, cm, m, dm, km)		
	Měření objemu tělesa	1.1
uvede základní jednotku objemu, její díly a násobky	jednotky objemu	
změří objem kapalného a pevného tělesa při použití odměrného válce a zapíše výsledek (s určením odchylky měření)	měření objemu pevného tělesa	
vyjadřuje výsledek měření veličiny číselnou hodnotou a jednotkou	měření objemu kapalného tělesa	
převádí jednotky objemu na jednotky dílčí a násobné (mm ³ , cm ³ , dm ³ , m ³ , l, hl, ml)		
	Měření hmotnosti tělesa	1.1
uvede základní jednotku hmotnosti a její díly a násobky	jednotky hmotnosti	
zváží těleso na rovníramenných vahách a zapíše výsledek (s určením odchylky měření)	váhy	
vyjadřuje výsledek vážení číselnou hodnotou a jednotkou	měření hmotnosti pevného tělesa	
převádí jednotky hmotnosti na jednotky dílčí a násobné (g, mg, kg, q, t)	měření hmotnosti kapalného tělesa	
	Hustota	1.4
uvede jednotky hustoty	hustota látky	
experimentálně určí hustotu látky ze změřené hmotnosti a objemu, používá vztah	hodnoty hustoty ve fyzikálních tabulkách	

vyhledává hustotu v tabulkách	výpočet hustoty látky	
používá vztahů $\rho = m/V$ a $m = \rho \cdot V$	výpočet hmotnosti látky	
	Měření času	1.1
uvede základní jednotky času, její díly a násobky	jednotky času	
změří čas a zapíše výsledek (s určením odchylky měření)	měření času	
vyjadřuje výsledek měření veličiny číselnou hodnotou a jednotkou		
převádí jednotky času na jednotky menší a větší (s, min, h, den, rok)		
	Měření teploty tělesa	1.1, 1.3
posoudí, zda se objem tělesa při dané změně teploty zvětší nebo zmenší	změna objemu kapalného a plynného tělesa při zahřívání a ochlazování	
posoudí, zda se délka tyče při dané změně teploty zvětší nebo zmenší	změna délky kovové tyče při zahřívání a ochlazování	
popíše princip teploměru	teploměr	
uvede typy teploměrů a kde se používají	jednotky teploty	
uvede jednotky teploty	měření teploty	
změří teplotu a rozdíl teplot a zapíše výsledek		

7. ročník

Konkrétní výstup pro žáka	Učivo	Výstupy
	Převody jednotek	
uvede základní jednotku příslušné fyzikální veličiny a její díla a násobky	jednotky délky a obsahu	
převádí :	jednotky objemu	
jednotky délky (m, cm, mm, dm, km)	jednotky hmotnosti	
jednotky obsahu (m ² , cm ² , dm ² , m ² , a, ha, km ²)	jednotky času	
jednotky objemu (mm ³ , cm ³ , dm ³ , m ³ , l, hl, ml)		
jednotky hmotnosti (g, mg, kg, q, t)		
jednotky času (s, min, hod, den, rok)		
	Pohyb tělesa	2.1, 2.2
rozlišuje klid a pohyb tělesa na základě stálosti polohy vzhledem k jinému tělesu	klid a pohyb tělesa	
v konkrétních situacích pozná, zda je těleso v klidu nebo v pohybu	dráha a trajektorie	
vysvětlí na příkladech rozdíl mezi dráhou a trajektorií	druhy pohybu	
určí jak značíme dráhu a v jakých jednotkách ji udáváme	rovnoměrný a nerovnoměrný pohyb	

podle tvaru trajektorie rozezná přímočarý a křivočarý pohyb	rychlost rovnoměrného pohybu	
popíše posuvný a otáčivý pohyb	dráha při rovnoměrném pohybu tělesa	
rozezná, na základě znalosti dráhy a času, zde jde o pohyb rovnoměrný nebo nerovnoměrný	průměrná rychlost nerovnoměrného pohybu	
změří uraženou dráhu a zapíše výsledek	grafické vyjádření závislosti dráhy a času rovnoměrného pohybu	
používá s porozuměním vztah $v = s/t$ pro rychlost pohybu při řešení problémů a úloh a pro měření této rychlosti		
experimentálně určí rychlost rovnoměrného nebo průměrnou rychlost nerovnoměrného pohybu		
vyjadřuje rychlost v různých jednotkách		
sestrojí graf závislosti dráhy na čase při rovnoměrném pohybu		
používá graf pro zjišťování hodnot času nebo rychlosti		
	Síla a její měření	2.3, 2.4, 7.1
doloží na příkladech, že působení dvou těles je vždy vzájemné	síla a její znázornění	
posoudí v konkrétní situaci, která dvě tělesa na sebe působí	jednotky síly	
rozlišuje zda působením síly dojde ke změně tvaru nebo pohybu	gravitační síla a gravitační pole	
znázorní orientovanou úsečkou sílu o známé velikosti, směr, působišti	gravitační síla a hmotnost	
charakterizuje gravitační sílu jako působení gravitačního pole, které je kolem každého tělesa	měření síly	
objasní pojem gravitační pole Země a určí směr gravitační síly	siloměr	
používá vztah mezi gravitační silou a hmotností $F_g = m \cdot g$		
pracuje s veličinou g a s její jednotkou N/kg		
změří danou sílu siloměrem a zapíše výsledek		
	Skládání a rozkládání sil	2.4
určí graficky a výpočtem výslednici dvou sil stejného a opačného směru	skládání dvou sil stejného směru	
vysvětlí, kdy dochází k rovnováze sil a jakou velikost má v tom případě výslednice	skládání dvou sil opačného směru	
graficky určí výslednici dvou a více sil	skládání dvou a více sil různého směru	

různého směru		
charakterizuje těžiště jako působíště gravitační síly na těleso		
experimentálně určí polohu těžiště		
objasňuje praktické situace na základě poznatku, že poloha těžiště závisí na rozložení látky v tělese		
	Newtonovy pohybové zákony	2.5
objasní podstatu prvního pohybového zákona	První Newtonův zákon	
objasní podstatu druhého pohybového zákona	Druhý Newtonův zákon	
objasní podstatu třetího pohybového zákona	Třetí Newtonův zákon	
používá znalosti pohybových zákonů k objasňování běžných situací		
	Jednoduché stroje	2.6
určí rameno síly je-li dáno působíště síly a osa otáčení	účinek síly na těleso otáčivé kolem pevné osy	
používá vztah pro moment síly $M = F \cdot r$	páka	
vyjádří rovnováhu na páce a kladce pomocí momentu sil	rovnovážná poloha páky	
objasní funkci páky a kladky v praxi	užití páky	
porovná kladku pevnou, volnou a kladkostroj a jejich praktické využití	pevná kladka	
	volná kladka a kladkostroj	
	Mechanické vlastnosti pevných látek	
charakterizuje tlakovou sílu	tlaková síla	
používá vztah pro výpočet tlaku $p = F/S$	tlak	
uvede základní jednotku tlaku, její díly a násobky	tlak v praxi	
uvede příklady jak můžeme zvětšit nebo zmenšit tlak v konkrétních situacích	třecí síla	
využívá poznatek, že třecí síla je přímo úměrná tlakové síle, souvisí s materiálem a drsností stykových ploch	měření třecí síly	
vysvětlí jak můžeme třecí sílu zvětšit nebo zmenšit a popíše na konkrétních příkladech	tření v praxi	
	Přímočaré šíření světla	6.7
charakterizuje zdroj světla jako těleso, které samo vysílá světlo	světelné zdroje, optické prostředí	

rozliší zdroj světla od tělesa, které světlo odráží	světelný paprsek, stín	
charakterizuje bodový a plošný zdroj	měsíční fáze	
rozlišuje konkrétní optická prostředí (průhledné, průsvitné, neprůhledné)	zatmění Slunce a Měsíce	
objasní a načrtne vznik rozbíhavého a rovnoběžného svazku paprsků	rychlost světla	
vysvětlí vznik stínů a polostínů za tělesem		
objasní vznik zatmění Slunce a Měsíce		
uvede rychlost světla		
	Odraz světla na rozhraní dvou prostředí	6.7
vysvětlí s pomocí nákresu zákon odrazu světla	odraz světla na rovinném rozhraní dvou prostředí	
objasní princip zobrazení rovinným zrcadlem na základě zákona odrazu světla	zobrazení předmětu rovinným zrcadlem	
rozlišuje duté a vypuklé kulové zrcadlo	kulová zrcadla	
graficky znázorní ohnisko a ohniskovou vzdálenost	odraz paprsků význačného směru na kulovém zrcadle	
popíše a nákresem znázorní paprsky význačného směru na kulovém zrcadle	zobrazení předmětu kulovým zrcadlem	
graficky znázorní zobrazení předmětu kulovým zrcadlem		
	Lom světla na rozhraní dvou optických prostředí	6.8
určí ze znalosti úhlu dopadu a úhlu lomu paprsku na rozhraní dvou prostředí nebo ze znalosti rychlosti světla v těchto prostředích zda nastává lom od kolmice nebo ke kolmici	zobrazení tenkou čočkou	
rozezná spojku a rozptylku	lom světla na rovinném rozhraní dvou optických prostředí	
zakreslí ohnisko a ohniskovou vzdálenost	čočky	
popíše a zakreslí, jak se chovají paprsky význačného směru na tenké spojce a rozptylce	průchod paprsků význačného směru	
graficky znázorní zobrazení předmětu spojkou a rozptylkou	zobrazení předmětu tenkou čočkou	
objasní princip zobrazení lupou a oční čočkou	optické vlastnosti oka	
objasní krátkozrakost a dalekozrakost a podstatu jejich odstranění	optické přístroje	

objasní lom světla na optickém hranolu a rozklad světla	rozklad světla	
uvede konkrétní příklady rozkladu světla		

8. ročník

Konkrétní výstup pro žáka	Učivo	Výstupy
	Mechanické vlastnosti kapalin	3.1, 3.2
objasnit podstatu Pascalova zákona	Pascalův zákon	
charakterizuje hydrostatický tlak	hydraulické zařízení	
ukáže využití Pascalova zákona v hydraulickém zařízení a počítá konkrétní hodnoty	účinky gravitační síly Země na kapalinu	
popíše účinky gravitační síly na kapalinu	hydrostatický tlak	
objasní vznik vztlakové síly při ponoření tělesa do kapaliny	vztlaková síla působící na těleso v kapalině	
objasní podstatu Archimédova zákona	Archimédův zákon	
určí porovnáním vztlakové a gravitační síly zda se těleso potopí nebo bude plovat	potápění, plování a vznášení stejnorodého tělesa v kapalině	
	potápění, plování a vznášení nestejnorodého tělesa v kapalině	
	Mechanické vlastnosti plynů	3.1, 3.2
charakterizuje atmosférický tlak	atmosféra Země	
objasní princip rtuťového tlakoměru a aneroidu	atmosférický tlak	
určí normální tlak a změny atmosférického tlaku v závislosti na nadmořské výšce	měření a změny atmosférického tlaku	
vysvětlí pojem vztlaková síla v atmosféře	vztlaková síla působící na těleso v atmosféře Země	
uvede příklady praktického využití vztlakové síly	tlak plynu v uzavřené nádobě	
určí ze znalosti tlaku v uzavřené nádobě a tlaku atmosférického přetlak či podtlak v nádobě	manometr	
popíše k čemu se používá manometr a jak toto zařízení funguje		
	Práce a energie	4.1, 4.2, 4.3
uvede základní jednotku práce a výkonu, jejich díly a násobky	mechanická práce a výkon	
používá vztah $W = F \cdot s$ pro řešení problémů a úloh pro práci	mechanická práce při zvedání tělesa na pevné a volné kladce	

používá vztah $P = W/t$ pro řešení problémů a úloh pro výkon	pohybová energie tělesa	
objasní souvislost mezi konáním práce a pohybovou a polohovou energií	polohová energie	
vysvětlí závislost pohybové energie na rychlosti a hmotnost a využívá znalosti k řešení konkrétních situací	přeměna polohové a pohybové energie (zákon zachování energie)	
užívá vztahu $E_p = m \cdot g \cdot h$ pro polohovou energii při řešení úloh a problémů		
na pohybu tělesa v gravitačním poli vysvětlí změny a přeměny různých druhů energie		
	Vnitřní energie	
charakterizuje vnitřní energii tělesa jako celkovou polohovou a pohybovou energii jeho částic	vnitřní energie tělesa	
porovná vnitřní energii tělesa ze znalosti teplot tělesa	změna vnitřní energie tělesa při konání práce	
určí v jednoduchých případech, zda změna vnitřní energie nastala tepelnou výměnou nebo konáním práce	změna vnitřní energie při tepelné výměně	
rozezná v přírodě i v praktickém životě některé formy tepelné výměny (záření, vedení)	měrná tepelná kapacita	
	Teplo a změny skupenství	4.3, 4.4
rozděluje látky do skupenství na základě typických vlastností	skupenství a vlastnosti látek	
určuje částicové vlastnosti látek podle skupenství	částicová stavba látek	
pro určení přijatého a odevzdaného tepla používá vztah $Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$	teplo, teplota	
vyhledá v tabulkách hodnoty měrné tepelné kapacity látek	tání a tuhnutí	
na základě hodnoty měrné tepelné kapacity určí některé tepelné vlastnosti látek	vypařování a kapalnění	
rozpozná základní skupenské poměry (tání, tuhnutí, kapalnění, vypařování atd.) ve svém okolí a v přírodě	var	
určí skupenské teplo tání tělesa	sublimace a desublimace	
vymezí hlavní faktory, na nichž závisí rychlost vypařování kapaliny a teplota varu kapaliny a využívá tyto poznatky k řešení problémů a úloh	anomálie vody	

vymezí podmínky, za nichž nastává kapalnění vodní páry ve vzduchu a využívá tyto poznatky k řešení problémů a úloh		
uvede vlastnosti, kterými se voda liší od ostatních kapalin		
	Elektrostatický náboj	
popíše složení atomu	model atomu	
uvede, čím se liší atomy různých prvků	atomy různých chemických prvků	
uvede druh elektrického náboje protonu, elektronu, neutronu a atomu	ionty	
určí na základě znalosti počtu elektronů a protonů, zda jde o kladný iont, záporný iont nebo neutrální atom	elementární elektrický náboj	
určí na základě znalosti druhu náboje, zda se dvě tělesa budou přitahovat, odpuzovat nebo na sebe nebudou elektricky působit	elektrování těles	
objasní pojem elektrování těles	elektrické pole	
ověří existenci elektrického pole	elektroskop	
popíše elektrické pole pomocí siločar	vodiče a izolanty	
	elektrostatická indukce	
	polarizace izolantu	
	siločáry elektrického pole	

9. ročník

Konkrétní výstup pro žáka	Učivo	Výstupy
	Zákony elektrického proudu v obvodech	6.1, 6.3, 6.4
podle schématu sestaví elektrický obvod	zdroje elektrického napětí	
rozlišuje mezi pojmy otevřený a uzavřený elektrický obvod	jednoduchý a rozvětvený elektrický obvod	
vysvětlí pojem zkrat a objasní princip pojistky	sestavení elektrického obvodu	
obecně charakterizuje elektrický proud	pojistka	
stanoví, jaký elektrický proud bude procházet obvodem při vyšším napětí	elektrický proud a napětí	
uvede základní jednotku elektrického proudu, její díly	podmínky vedení elektrického proudu v látce	
měří elektrický proud ampérmetrem	vodiče elektrického proudu a izolanty	
uvede základní jednotku napětí, její díly a násobky	směr elektrického proudu v obvodu	
měří elektrické napětí voltmetrem	měření elektrického proudu a napětí	
sestaví jednoduchý zdroj elektrického napětí	Ohmův zákon	

rozlišuje mezi zdroji různého napětí	elektrický odpor vodiče	
rozliší izolant a vodič, rozdíl zdůvodní	sériové a paralelní zapojení elektrických obvodů	
vymezí rozdíl mezi jednoduchým a rozvětveným elektrickým obvodem	reostat	
objasní mechanismus vedení elektrického proudu v kovech, jako usměrněný pohyb volných elektronů, v kapalinách, jako usměrněný pohyb volných iontů, a v plynech jako usměrněný pohyb volných iontů a elektronů	tepelné účinky elektrického proudu	
objasní Ohmův zákon	tepelné elektrické spotřebiče	
uvede hlavní jednotku elektrického odporu, její násobky a díly	zásady správného použití elektrického spotřebiče	
používá vztah $R = U/I$ pro odpor vodiče při řešení úloh a problémů	elektrická práce	
používá s porozuměním poznatek o závislosti odporu vodiče na jeho délce, průřezu, teplotě a materiálu	elektrický výkon a příkon	
zjišťuje celkový odpor při paralelním a sériovém zapojení rezistorů		
objasní princip rezistoru s plynule měnitelným odporem		
používá s porozuměním vztahy pro elektrickou práci $W = U \cdot I \cdot t$ a elektrický výkon $P = U \cdot I$		
uvede, že při průchodu elektrického proudu se vodič zahřívá a určí, zda se zahřívá více nebo méně při průchodu většího proudu		
uvede příklady tepelných spotřebičů		
ovládá zásady správného použití elektrického spotřebiče		
	Magnetické vlastnosti látek	
stanoví rozdíl mezi přírodními a umělými magnety	magnety přírodní a umělé	
popíše póly magnetu a stanoví, jaké póly magnetu se přitahují a jaké se odpuzují	póly magnetu	
vysvětlí pojem magnetické pole a předvede, jak se projevuje	magnetické pole	
objasní pojem magnetizace	magnetizace látky	
rozlišuje magneticky měkkou a tvrdou ocel	indukční čáry magnetického pole	
rozlišuje dočasný a trvalý magnet	magnetické pole Země	
vysvětlí pojem indukční čáry		
stanoví umístění severního a jižního magnetického pólu Země		
objasní princip kompasu		
	Elektromagnetické jevy	6.5
uvede, že kolem elektrického vodiče je magnetické pole	magnetické pole cívky s elektrickým proudem	

popíše cívku a nakreslí schématickou značku	elektromagnet	
znázorní průběh magnetického pole okolo cívky indukčními čarami, označí severní a jižní pól cívky	elektrický zvonek	
určí, jaké bude magnetické pole při větším proudu	otáčivý účinek stejnorodého magnetického pole na cívku s elektrickým proudem	
uvede příklady využití elektromagnetu v praxi	stejnoseměrný elektromotor	
objasní princip elektrického zvonku	elektromagnetická indukce	
vysvětlí princip feromagnetického ampérmetru a voltmetru		
na základě poznatku, že magnetické pole působí na cívku s proudem dovede objasnit činnost stejnosměrného elektromotoru		
objasní pojem elektromagnetické indukce, indukovaný proud a indukované napětí		
	Střídavý proud	4.4, 6.2
popíše princip vzniku střídavého proudu a napětí	vznik střídavého proudu	
charakterizuje střídavé napětí pomocí periody a kmitočtu	veličiny střídavého proudu a střídavého napětí	
rozlišuje stejnosměrný a střídavý proud na základě jejich časového průběhu	transformátor	
určí periodu střídavého proudu (napětí) z jeho kmitočtu a naopak	elektrárny	
objasní činnost transformátoru	rozvod elektrické energie	
požívá s porozuměním transformační vztah	vliv elektráren na životní prostředí	
uvede příklady použití transformátoru v praxi		
rozlišuje různé typy elektráren		
rozlišuje vliv různých typů elektráren na životní prostředí		
	Polovodiče	6.6
objasní částicovou podstatu polovodiče	vlastní polovodiče	
rozlišuje vlastní a příměsové polovodiče	příměsové polovodiče	
objasní mechanismus vedení elektrického proudu jako usměrněný pohyb volných elektronů a děr	vedení elektrického proudu v polovodičích	
zapojí diodu, pozná zapojení v propustném a závěrném směru	dioda	
pozná některé další polovodičové součástky		
	Zvukové jevy	5.1, 5.2

charakterizuje zdroj zvuku obecně	zvuk, zdroje zvuku, šíření zvuku	
uveďte konkrétní příklady zdrojů zvuku	tón, výška tónu a kmitočet	
rozlišuje, ve kterých prostředích se zvuk šíří rychleji a kde pomaleji, uveďte příklady z praxe	hlasitost zvuku	
odlišuje tón od hluku	odraz zvuku	
využívá poznatku, že výška tónu je tím větší čím větší je kmitočet		
vymezí některé možnosti zmenšování škodlivých vlivů nadměrného hluku na člověka		
objasní odraz zvuku jako odraz zvukového rozruchu od překážky a objasní vznik ozvěny		
	Jaderná energie	
objasní pojmy jaderná síla, jaderná energie	jaderná síla	
určí, co udává protonové a nukleonové číslo	přirozená radioaktivita	
rozliší přirozené radionuklidy a umělé radionuklidy	jaderné štěpení	
uveďte, kde a k čemu se využívá přirozená radioaktivita	jaderný reaktor a jaderná elektrárna	
rozlišuje mezi přirozenou radioaktivitou a jadernou reakcí	jaderná syntéza	
uveďte rozdíl mezi syntézou a štěpením		
objasní pojem řetězové reakce		
vysvětlí princip jaderného reaktoru		
uveďte výhody a nevýhody jaderné elektrárny		4.4
	Vesmír	7.1, 7.2
vymezí Sluneční soustavu jako soustavu tvořenou Sluncem a planetami	Sluneční soustava	
vymezí hlavní složky Sluneční soustavy (Slunce, planety, měsíce, planetky, komety)	Slunce, planety a ostatní tělesa v Sluneční soustavě	
odliší hvězdu od planety	orientace na obloze	
rozliší vnitřní a vnější planety na základě jejich stavby	hvězdy a galaxie	
charakterizuje měsíce, komety a meteority		
využívá mapu hvězdné oblohy k vyhledání vyznačených nebeských objektů		

Průřezová témata

Osobnostní a sociální výchova

Ročník	Předmět	Téma
6. – 9.	F	Laboratorní a skupinové práce

Výchova demokratického občana

Ročník	Předmět	Téma
6. – 9.	F	Laboratorní a skupinové práce

Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech

Ročník	Předmět	Téma
6.	F	Soustava SI – fyzikální jednotky
8.	F	Motory, automobilismus, doprava
9.	F	Výroba a rozvod elektrické energie - elektrárny

Multikulturní výchova

Ročník	Předmět	Téma
6. – 9.	F	Laboratorní a skupinové práce

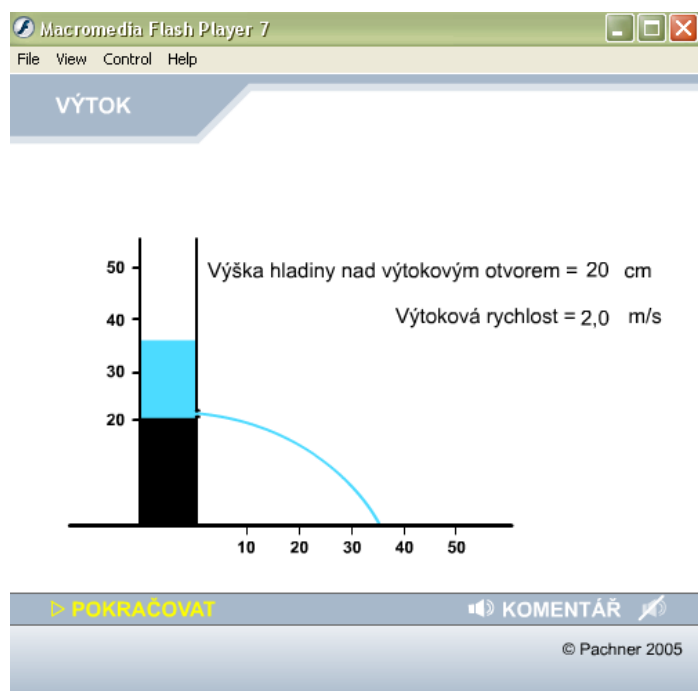
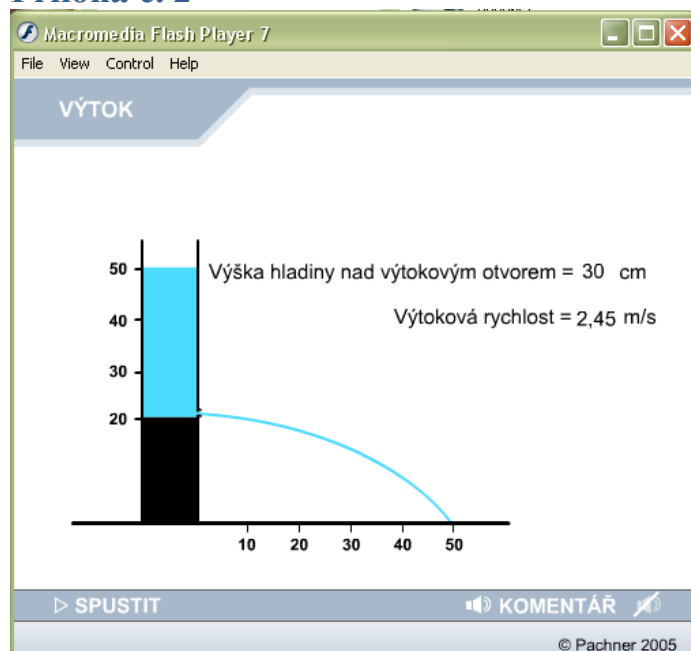
Environmentální výchova

Ročník	Předmět	Téma
6.	F	Teplotní roztažnost
7.	F	Pohyb těles – slovní úlohy
7.	F	Páka, kladka, kladkostroj - využití
8.	F	Atmosférický tlak
8.	F	Hydrostatický tlak
8.	F	Zákon zachování energie
8.	F	Tepelná výměna (záření, vedení, dotyk)
8.	F	Změny skupenství
8.	F	Elektrostatické pole, uzemnění
9.	F	Zásady správného použití elektrického spotřebiče
9.	F	Elektromagnety – použití
9.	F	Stejnoseměrný elektromotor
9.	F	Elektrárny
9.	F	Akustika – nadměrný hluk, ozvěna, akustika místností
9.	F	Jaderné elektrárny

Mediální výchova

Ročník	Předmět	Téma
8.	F	PC prezentace – zpracování různých témat
9.	F	Akustika – vysílače a přijímače zvuku
9.	F	PC prezentace – zpracování různých témat
9.	F	Jaderné elektrárny – prezentace v médiích (Tv, internet apod.)

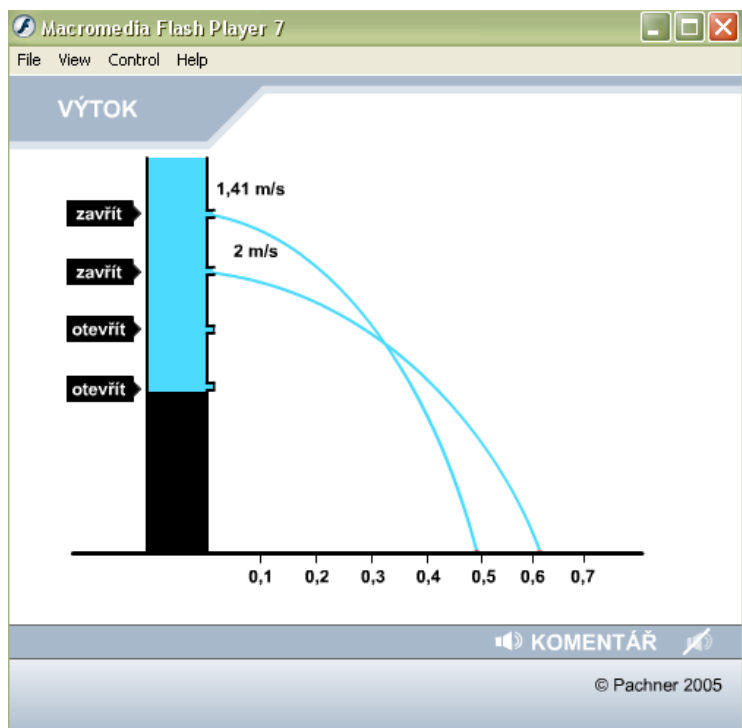
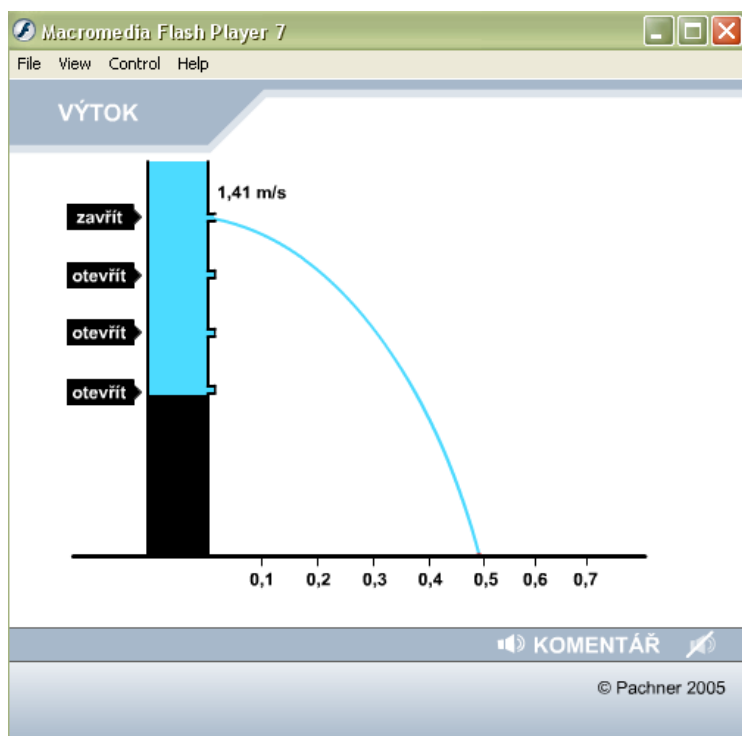
Příloha č. 2

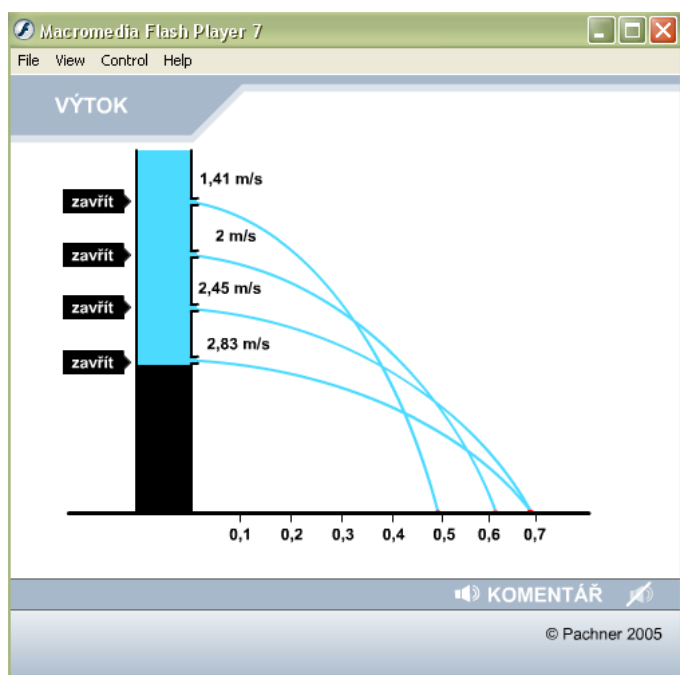
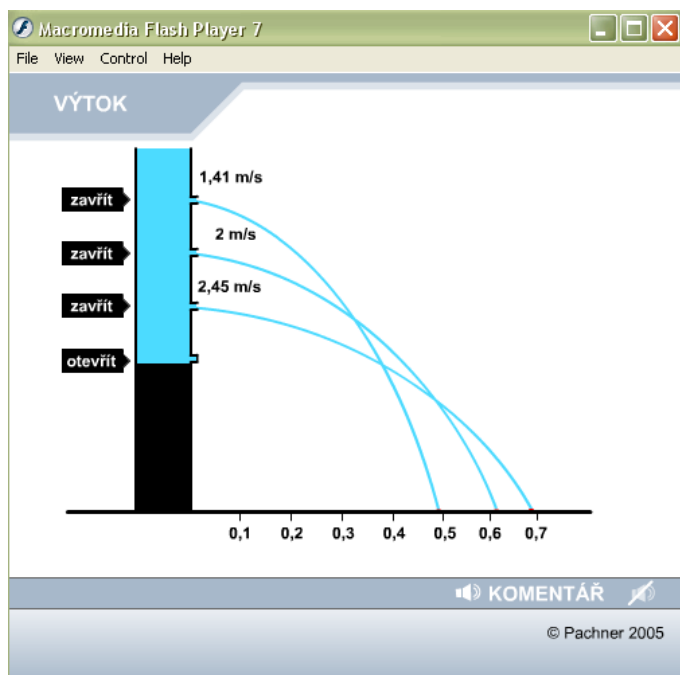


Výtok jedním otvorem

Animace znázorňuje parabolickou dráhu kapaliny vytékající z otvoru ve stěně nádoby a závislost výtokové rychlosti na hloubce otvoru pod hladinou. Při snižování hladiny v nádobě se snižuje též výtoková rychlost.

Příloha č. 3

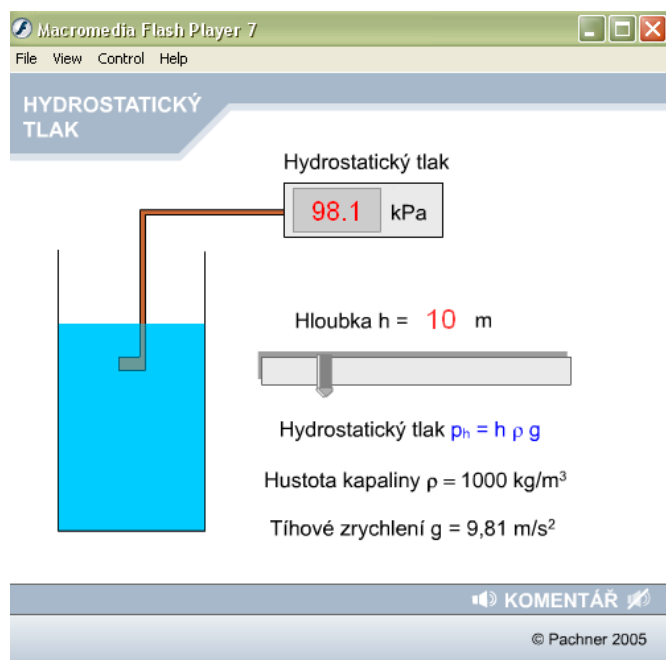
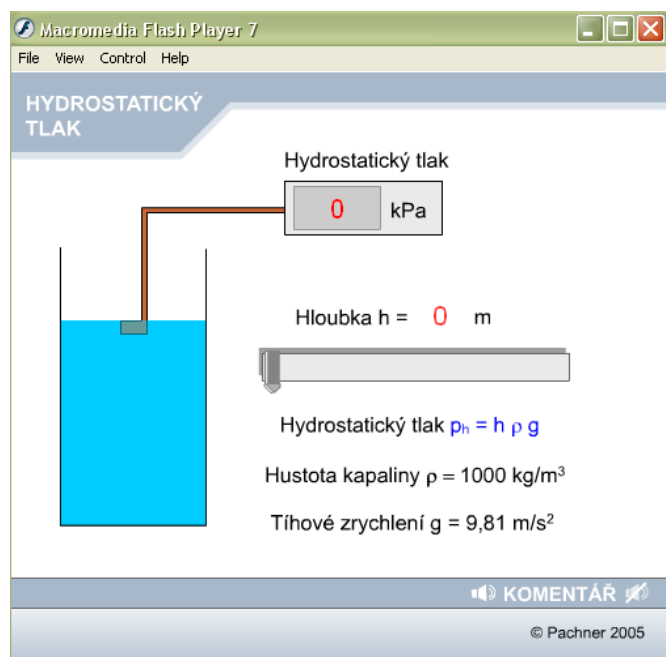




Výtok více otvory

Animace porovnává parabolické dráhy a výtokové rychlosti kapaliny, která vytéká z několika otvorů ve stěně nádoby v různých hloubkách pod hladinou.

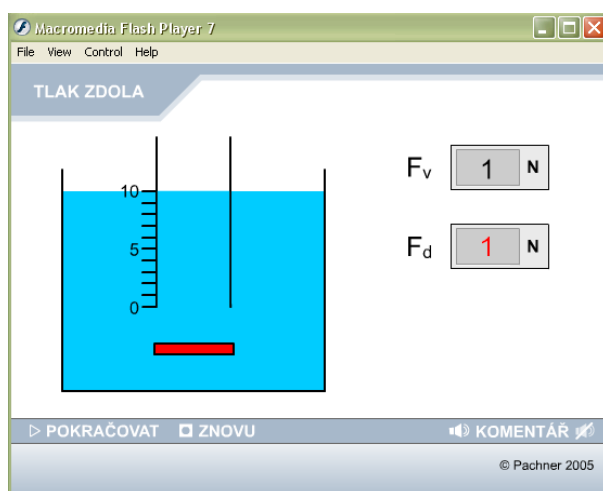
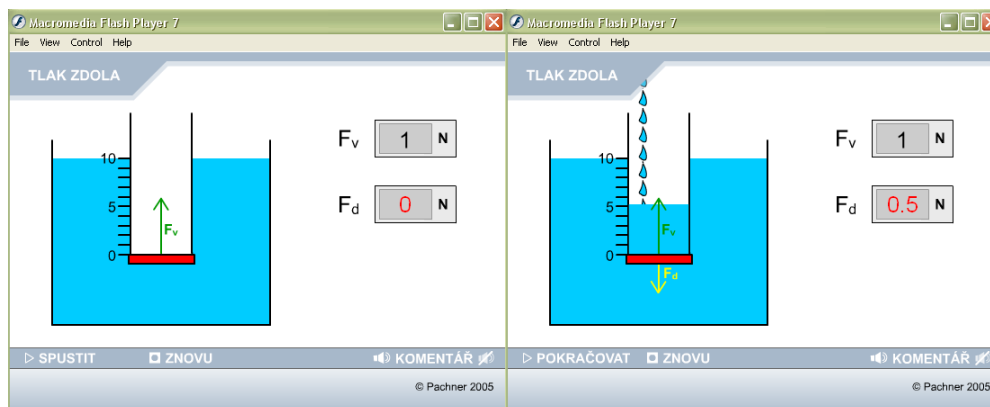
Příloha č. 4



Hydrostatický tlak

Posuvníkem spouštíme čidlo do vody a na měřícím přístroji nahoře sledujeme, jak se mění hydrostatický tlak v závislosti na hloubce.

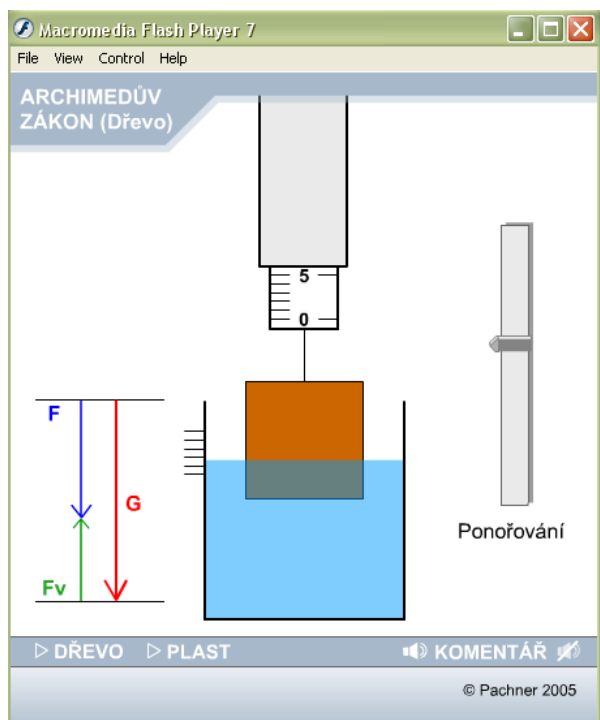
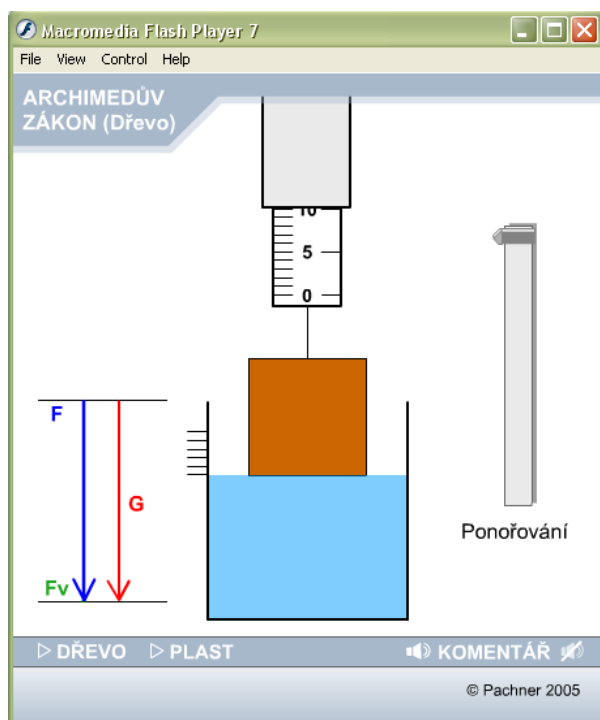
Příloha č. 5

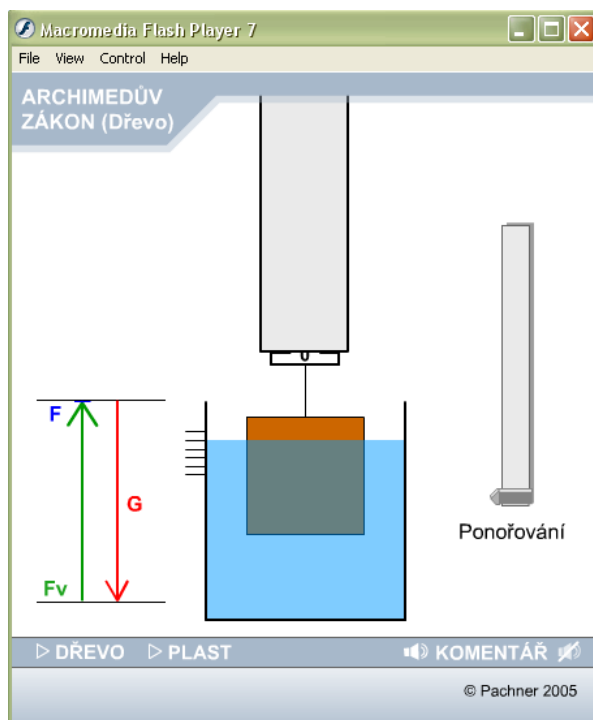


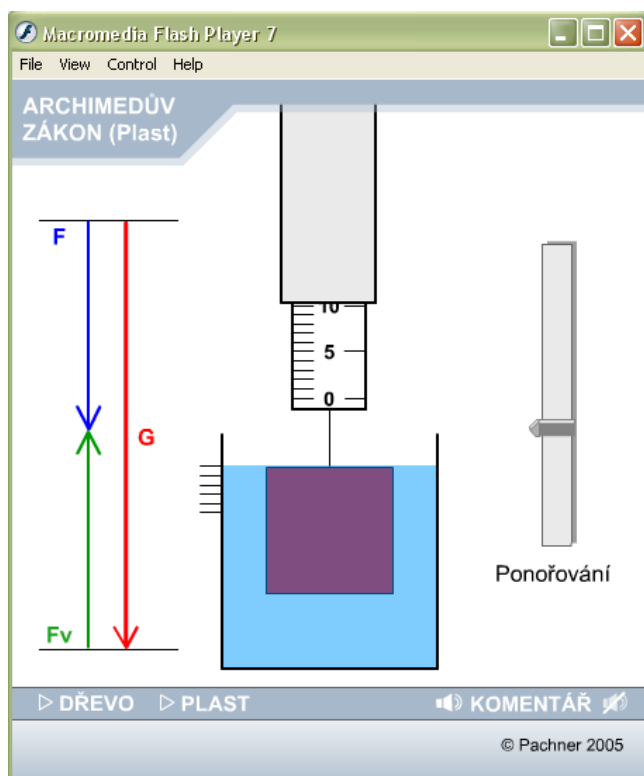
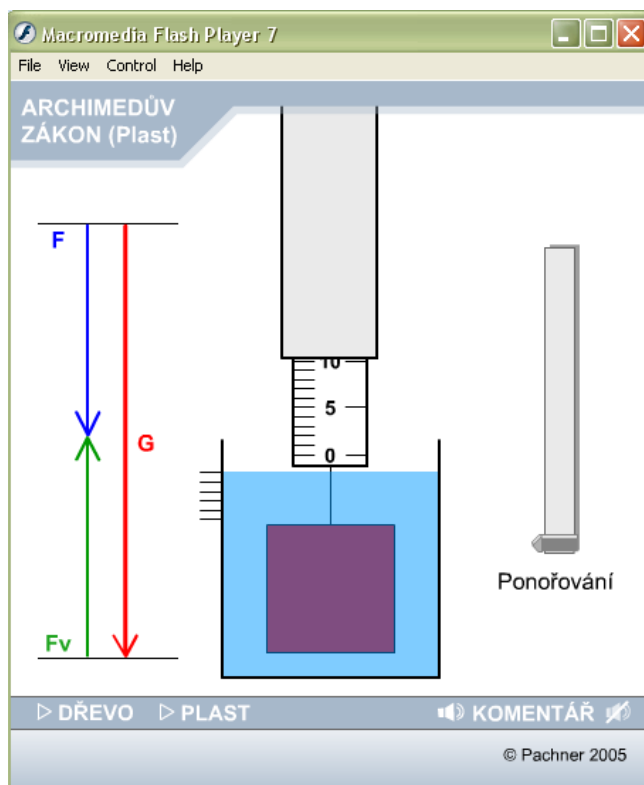
Tlak zdola

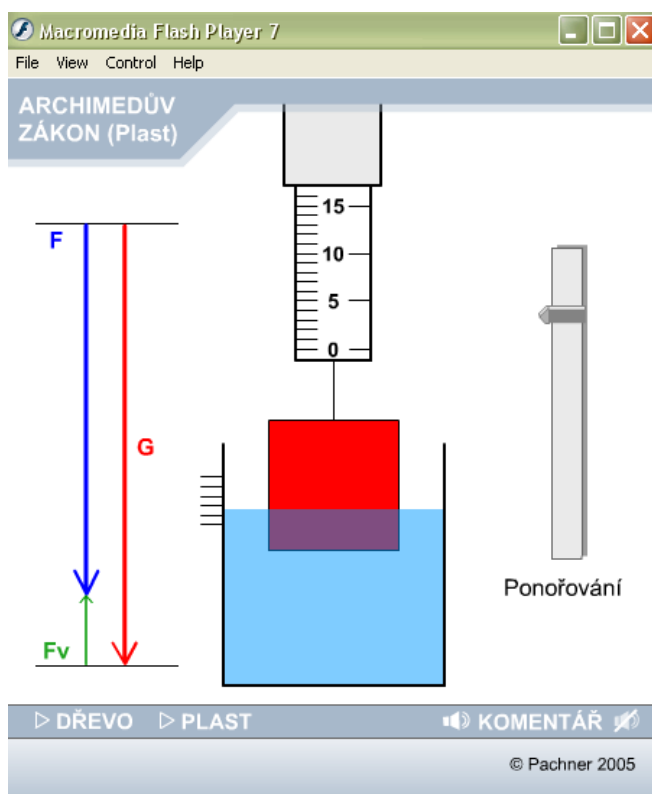
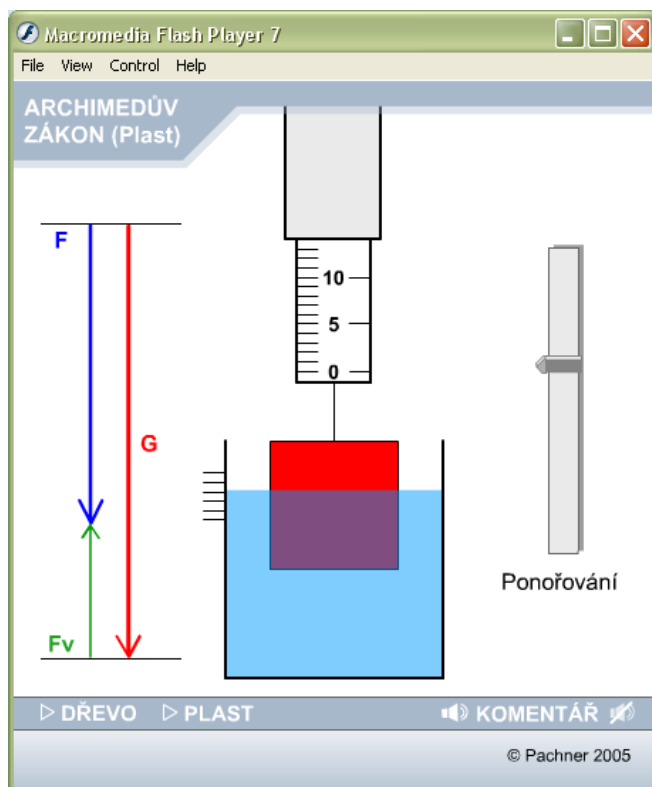
Animace znázorňuje jednoduchý pokus. Na konec skleněného válce s rovným okrajem přiložíme tenkou plastovou destičku. Přidržíme ji prsty a válec ponoříme do nádoby s vodou. I když destičku přestaneme přidržovat, neklesne ke dnu. Hydrostatický tlak vody, působící zdola, je vyšší než atmosférický tlak, působící shora. Do válce opatrně přiléváme vodu, destička odpadne od válce a klesne ke dnu až v okamžiku, kdy se tlaky zdola a shora vyrovnají.

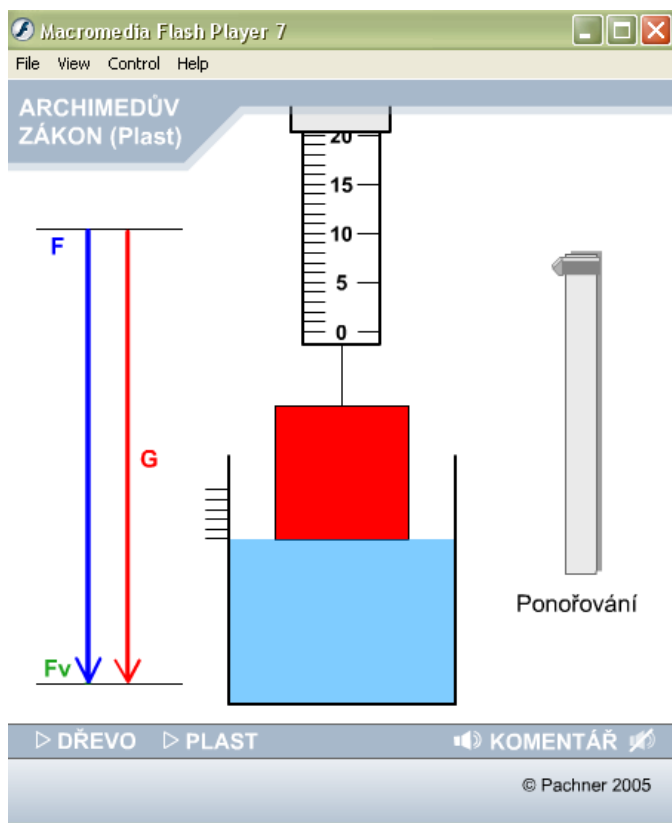
Příloha č. 6











Archimédův zákon (dřevo, plast)

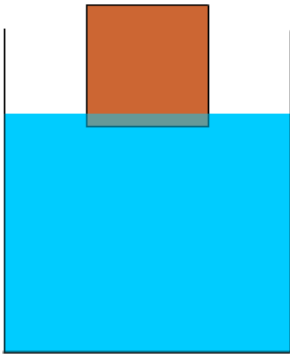
Animace znázorňuje ponořování dřevěného nebo plastového předmětu do nádoby s vodou. Předmět je zavěšen na siloměru, který ukazuje výslednici tíhy tělesa a vztahové síly. Dřevěný předmět má menší hustotu než voda. Jakmile dojde k rovnováze mezi tíhou a vztahovou silou, těleso začne plovat na hladině a už se dál neponořuje. Plastový předmět, jehož hustota je vyšší než hustota vody, nebude plovat. I když bude těleso zcela ponořeno, vztahová síla bude menší než tíha tělesa a těleso klesne ke dnu.

Příloha č. 7

Macromedia Flash Player 7

File View Control Help

PLOVÁNÍ
(změna hustoty tělesa)



Hustota tělesa = **100** kg/m³

Hustota kapaliny = 1000 kg/m³

Ponořeno je **10** %

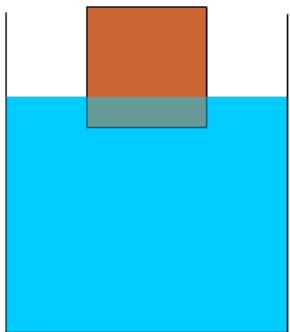
KOMENTÁŘ

© Pachner 2005

Macromedia Flash Player 7

File View Control Help

PLOVÁNÍ
(změna hustoty tělesa)



Hustota tělesa = **250** kg/m³

Hustota kapaliny = 1000 kg/m³

Ponořeno je **25** %

KOMENTÁŘ

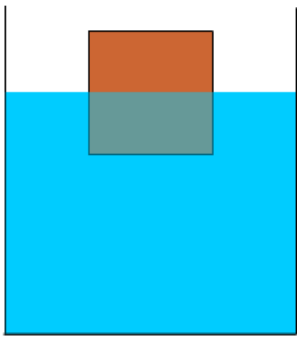
© Pachner 2005

Macromedia Flash Player 7

File View Control Help

PLOVÁNÍ

(změna hustoty tělesa)



Hustota tělesa = **500** kg/m³

Hustota kapaliny = 1000 kg/m³

Ponořeno je **50** %

KOMENTÁŘ

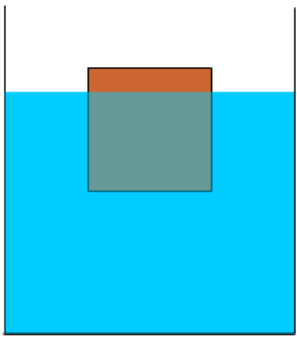
© Pachner 2005

Macromedia Flash Player 7

File View Control Help

PLOVÁNÍ

(změna hustoty tělesa)



Hustota tělesa = **800** kg/m³

Hustota kapaliny = 1000 kg/m³

Ponořeno je **80** %

KOMENTÁŘ

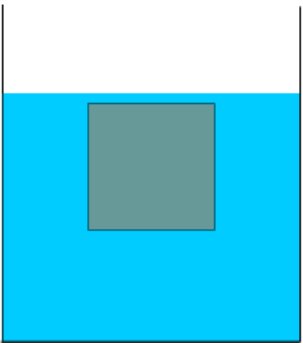
© Pachner 2005

Macromedia Flash Player 7

File View Control Help

PLOVÁNÍ

(změna hustoty tělesa)



Hustota tělesa = **1000** kg/m³

Hustota kapaliny = 1000 kg/m³

Ponořeno je **100** %

KOMENTÁŘ

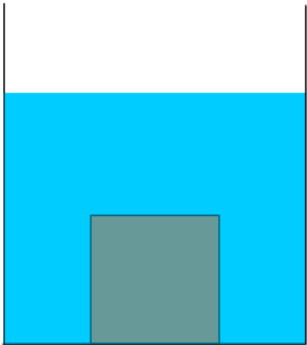
© Pachner 2005

Macromedia Flash Player 7

File View Control Help

PLOVÁNÍ

(změna hustoty tělesa)



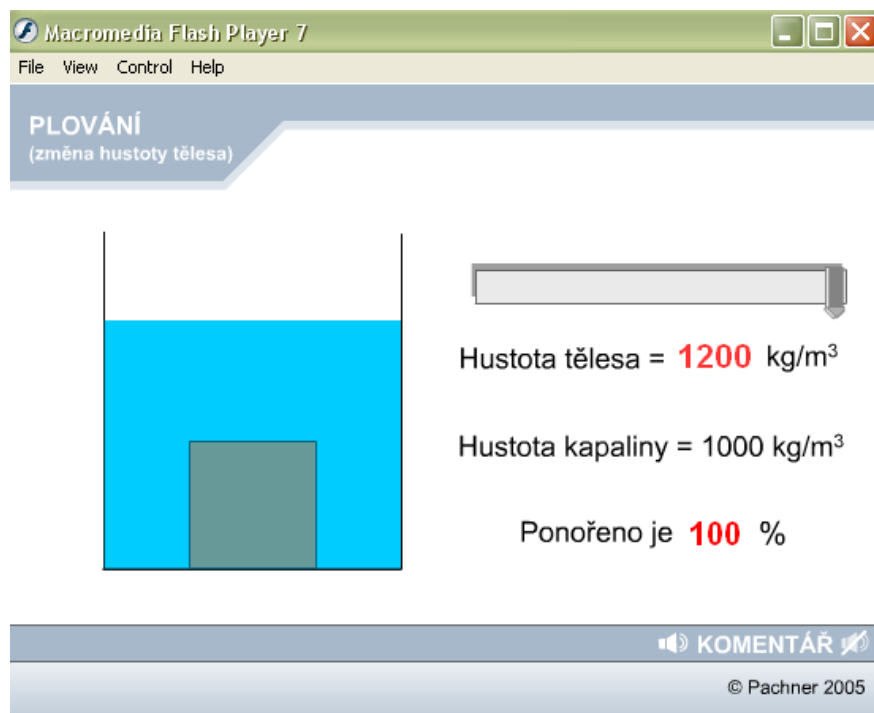
Hustota tělesa = **1070** kg/m³

Hustota kapaliny = 1000 kg/m³

Ponořeno je **100** %

KOMENTÁŘ

© Pachner 2005



Plování (změna hustoty tělesa)

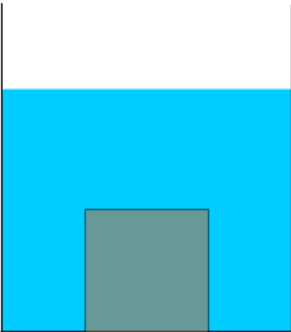
Posuvníkem měníme hustotu tělesa a tím ovládáme jeho ponořování nebo vynořování v kapalině, jejíž hustota se nemění.

Příloha č. 8

Macromedia Flash Player 7

File View Control Help

PLOVÁNÍ
(změna hustoty kapaliny)



Hustota kapaliny = **600** kg/m³

Hustota tělesa = 800 kg/m³

Ponořeno je **100** %

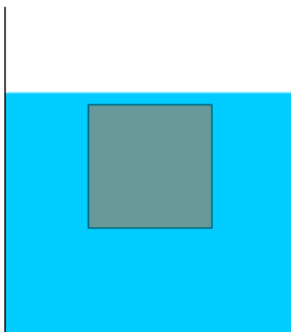
KOMENTÁŘ

© Pachner 2005

Macromedia Flash Player 7

File View Control Help

PLOVÁNÍ
(změna hustoty kapaliny)



Hustota kapaliny = **800** kg/m³

Hustota tělesa = 800 kg/m³

Ponořeno je **100** %

KOMENTÁŘ

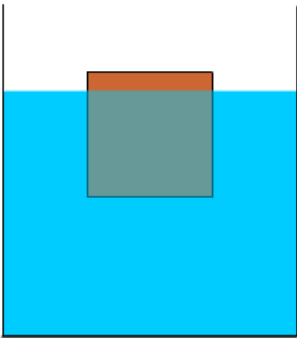
© Pachner 2005

Macromedia Flash Player 7

File View Control Help

PLOVÁNÍ

(změna hustoty kapaliny)



Hustota kapaliny = **950** kg/m³

Hustota tělesa = 800 kg/m³

Ponořeno je **84** %

KOMENTÁŘ

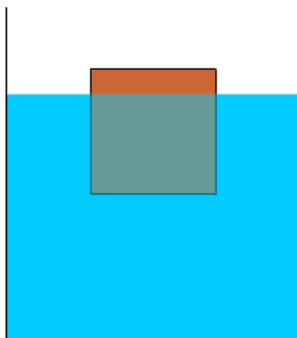
© Pachner 2005

Macromedia Flash Player 7

File View Control Help

PLOVÁNÍ

(změna hustoty kapaliny)



Hustota kapaliny = **1010** kg/m³

Hustota tělesa = 800 kg/m³

Ponořeno je **79** %

KOMENTÁŘ

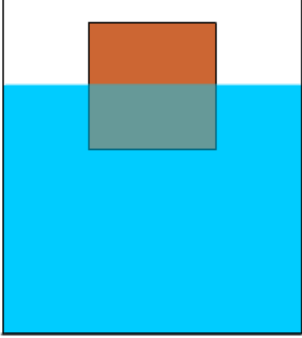
© Pachner 2005

Macromedia Flash Player 7

File View Control Help

PLOVÁNÍ

(změna hustoty kapaliny)



Hustota kapaliny = **1600** kg/m³

Hustota tělesa = 800 kg/m³

Ponořeno je **50** %

KOMENTÁŘ

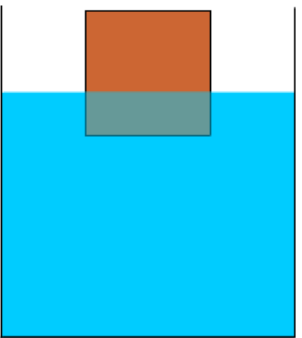
© Pachner 2005

Macromedia Flash Player 7

File View Control Help

PLOVÁNÍ

(změna hustoty kapaliny)



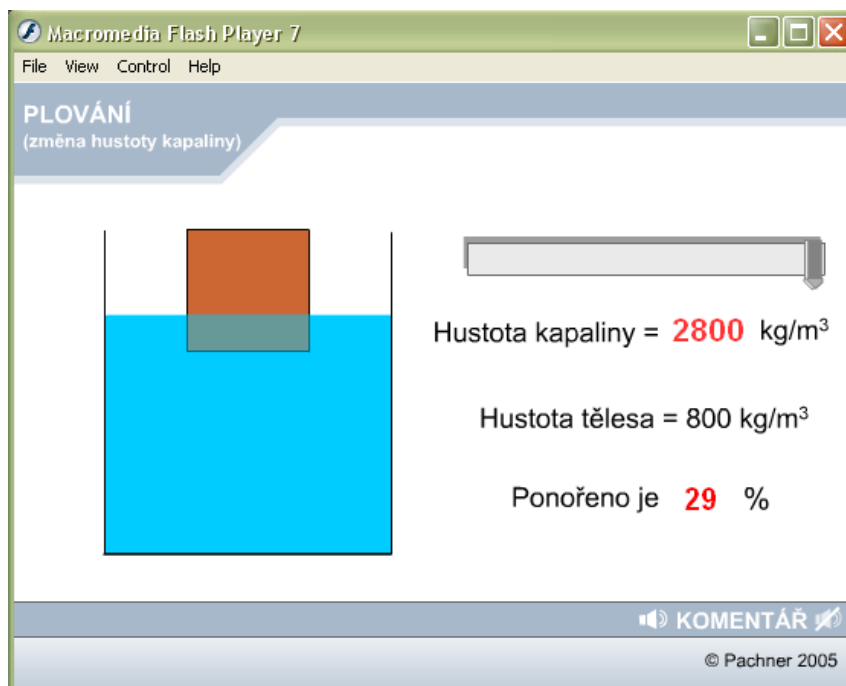
Hustota kapaliny = **2400** kg/m³

Hustota tělesa = 800 kg/m³

Ponořeno je **33** %

KOMENTÁŘ

© Pachner 2005



Plování (změna hustoty kapaliny)

Posuvníkem měníme hustotu kapaliny a tím ovládáme vynořování nebo ponořování tělesa, jehož hustota se nemění.